imparare
l'elettronica
partendo da zero
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

imparare l'elettronica partendo da zero

Direzione Editoriale
Rivista NUOVA ELETTRONICA
via Cracovia n.19
40139 BOLOGNA (Italia)

Autore MONTUSCHI GIUSEPPE

SOMMARIO

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Se ritenete che l'elettronica si possa apprendere solo frequentando un Istituto Tecnico, seguendo questo nostro **corso** a puntate scoprirete che si può imparare anche a casa, perché non è poi così difficile come ancora molti ritengono.
Inizialmente parleremo dei concetti basilari dell'elettricità, poi vi insegneremo a riconoscere tutti i componenti elettronici, a decifrare i simboli utilizzati negli schemi elettrici, e con semplici e **divertenti** esercitazioni pratiche, vi faremo entrare nell'affascinante mondo dell'elettronica.

Siamo certi che questo **corso** sarà molto apprezzato dai giovani autodidatti, dagli studenti e anche dagli insegnanti, che scopriranno che l'elettronica si può spiegare anche in modo comprensibile, con un linguaggio meno ostico di quello usato nei libri di testo.

Seguendo le nostre indicazioni grande sarà la vostra soddisfazione nel constatare che, anche **partendo da zero**, riuscirete molto presto a montare degli **amplificatori Hi-Fi**, degli **alimentatori stabilizzati**, degli **orologi digitali**, degli **strumenti di misura** ed anche dei **trasmettitori** che funzioneranno in modo perfetto, come se fossero stati montati da tecnici professionisti.

Ai giovani che iniziano da **zero** auguriamo che l'**elettronica** diventi in un prossimo futuro la loro attività principale, in quanto il nostro obiettivo è quello di farvi diventare dei veri **esperti** senza annoiarvi troppo, anzi facendovi solo **divertire**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

LA CORRENTE ELETTRICA

Tutti i giorni noi sfruttiamo la **corrente elettrica** prelevandola dalla presa **rete** dei **220 volt** per accendere le **lampadine** di casa, per far funzionare il **frigorifero**, la **televisione** o il **computer**, oppure la preleviamo dalle pile per ascoltare la musica dalla nostra **radio portatile** o per parlare al **telefono cellulare**.
Poiché la corrente elettrica si ottiene solo se si riescono a mettere in movimento gli elettroni, per spiegarla dobbiamo necessariamente parlare dell'atomo.

Per chi ancora non lo sapesse l'**atomo** è costituito da un **nucleo** di **protoni**, con carica **positiva**, e **neutroni**, con carica **neutra**, attorno al quale ruotano alla velocità della luce, cioè a **300.000 Km** al **secondo**, degli **elettroni**, con carica **negativa** (vedi fig.1).
L'atomo si potrebbe paragonare ad un sistema planetario miniaturizzato con al centro il **sole** (**nucleo di protoni**) e tanti **pianeti** (**elettroni**) che gli orbitano intorno.
Gli **elettroni negativi** sono tenuti in **orbita** dai **protoni positivi** come visibile in fig.2.
Ciascun atomo, a seconda dell'elemento a cui appartiene, possiede un numero ben definito di **protoni** e di **elettroni**.
Ad esempio l'atomo dell'**idrogeno** possiede un solo **protone** ed un solo **elettrone** (vedi fig.3), l'atomo del **borio** possiede **5 protoni** e **5 elettroni** (vedi fig.4), l'atomo del **rame** possiede **29 protoni** e **29 elettroni**, mentre l'atomo dell'**argento** possiede **47 protoni** e **47 elettroni**.
Maggiore è il numero degli **elettroni** presenti in un atomo, maggiore è il numero delle **orbite** che ruotano attorno al suo **nucleo**.
Gli **elettroni** che ruotano molto vicini al **nucleo** sono chiamati **elettroni legati** perché non si possono facilmente prelevare dalla loro orbita.
Gli **elettroni** che ruotano nelle orbite più lontane sono chiamati **elettroni liberi** perché si riescono a sottrarre senza difficoltà dalle loro orbite per inserirli in un altro atomo.
Questo **spostamento** di elettroni da un atomo ad un altro si può ottenere con un movimento meccanico (dinamo - alternatore) oppure con una reazione chimica (pile - accumulatori).

Se ad un atomo si **tolgono** degli **elettroni** assume una **polarità positiva**, perché il numero dei **protoni** è maggiore rispetto al numero degli **elettroni** (vedi fig.7).
Se si **inseriscono** degli **elettroni** liberi in un atomo questo assume una **polarità negativa**, perché il numero degli **elettroni** è maggiore rispetto al numero dei **protoni** (vedi fig.8).

Da qualsiasi pila fuoriescono sempre due terminali, uno contrassegnato dal segno **positivo** (eccesso di protoni) ed uno contrassegnato dal segno **negativo** (eccesso di elettroni).
Se colleghiamo questi due terminali con un filo di materiale conduttore (ad esempio il rame), gli **elettroni** verranno attirati dai **protoni** e questo movimento di elettroni genererà una **corrente elettrica** (vedi fig.10) che cesserà solo quando si sarà ristabilito negli atomi un perfetto equilibrio tra **protoni** ed **elettroni**.

Molti ritengono che il flusso della corrente elettrica vada dal **positivo** verso il **negativo**.
Al contrario, il flusso della corrente elettrica va sempre dal **negativo** verso il **positivo**, perché sono i **protoni** che attirano gli **elettroni** per equilibrare il loro atomo.

Per capire il movimento di questo flusso di elettroni possiamo servirci di due elementi molto conosciuti: l'**acqua** e l'**aria**.
Gli **elettroni negativi** possiamo associarli all'**acqua** ed i **protoni positivi** all'**aria**.
Se prendiamo due recipienti pieni di **aria** (carica **positiva**) e li colleghiamo tra loro con un tubo, non ci sarà nessun flusso perché in entrambi i recipienti **manca** l'elemento opposto, cioè l'**acqua** (vedi fig.11).
Anche se colleghiamo tra loro due recipienti pieni di **acqua** (carica **negativa**) nel tubo non ci sarà nessun flusso perché non esiste uno squilibrio **acqua/aria** (vedi fig.12).
Se invece colleghiamo un recipiente pieno di **aria** (polarità **positiva**) con uno pieno di **acqua** (polarità **negativa**) otterremo un flusso d'**acqua** dal recipiente **pieno** verso quello **vuoto** (vedi fig.13) che **cesserà** solo quando i due recipienti avranno raggiunto lo stesso **livello** (vedi fig.14).
Il movimento degli **elettroni** può essere sfruttato per produrre **calore** se li facciamo passare attraverso una **resistenza** (stufe elettriche, saldatori ecc.), per produrre **luce** se li facciamo passare attraverso il **filamento** di una **lampadina** oppure per realizzare delle **elettrocalamite** se li facciamo passare in una bobina avvolta sopra un pezzo di **ferro** (relè, teleruttori).

Per concludere possiamo affermare che la corrente elettrica è un movimento di **elettroni** attirati dai **protoni**. Quando ogni **atomo** ha equilibrato i suoi **protoni** con gli **elettroni** mancanti non avremo più nessuna corrente elettrica.

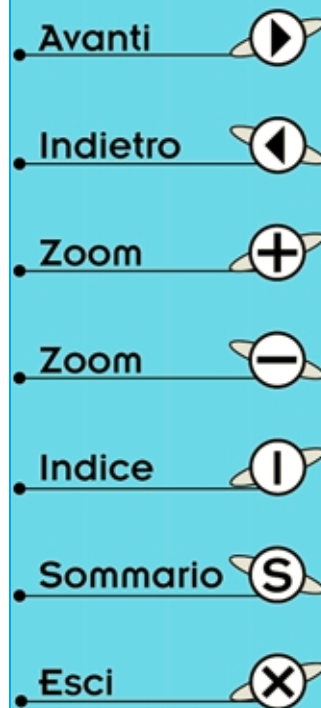
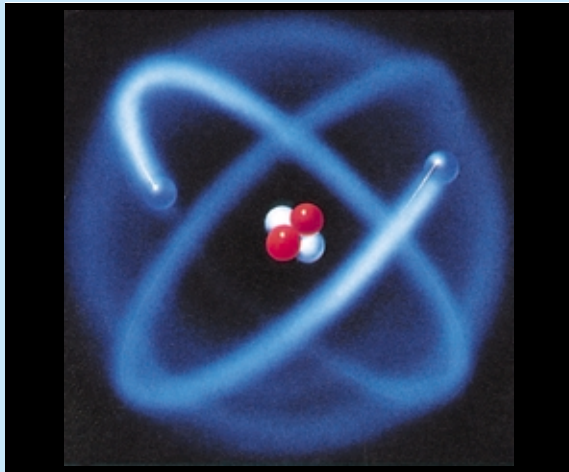



Fig.1 L'atomo è costituito da un nucleo centrale con carica Positiva e da elettroni con carica Negativa che gli orbitano intorno.

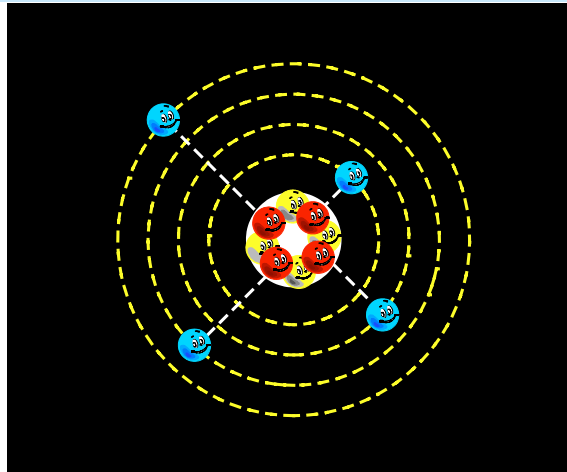



Fig.2 Gli elettroni sono tenuti in orbita dal nucleo. Gli elettroni più esterni si possono facilmente sottrarre dal loro Nucleo.

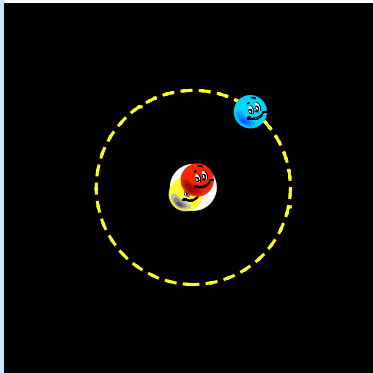



Fig.3 L'atomo dell'Idrogeno ha 1 Protone ed 1 Elettrone.

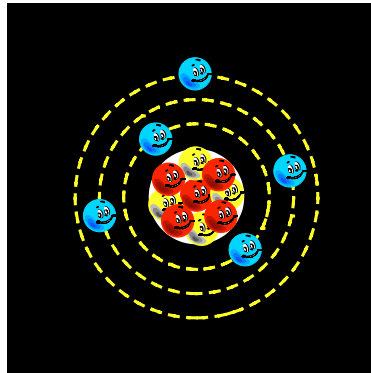



Fig.4 L'atomo del Borio ha 5 Protoni e 5 Elettroni.

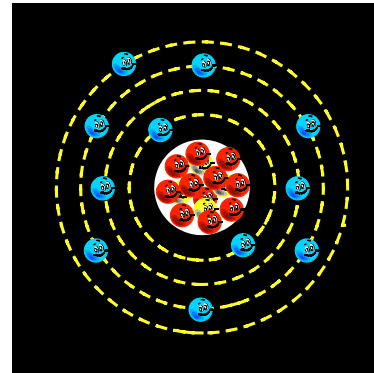



Fig.5 L'atomo del Sodio ha 11 Protoni e 11 Elettroni.

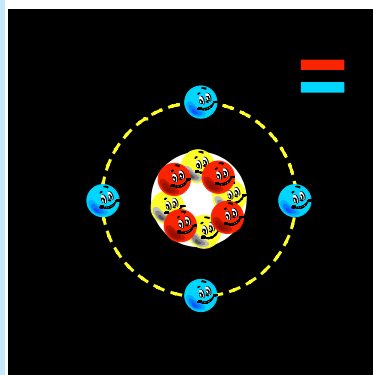



Fig.6 Quando il numero degli Elettroni è equivalente al numero dei Protoni la carica è Neutra.

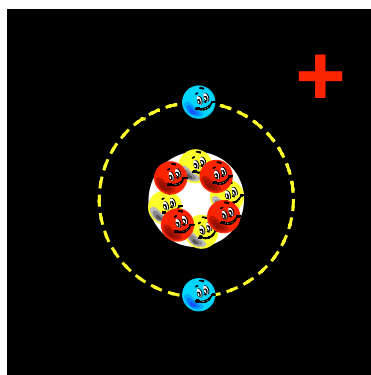



Fig.7 Se in un atomo si tolgono degli Elettroni questo assume una carica elettrica Positiva.

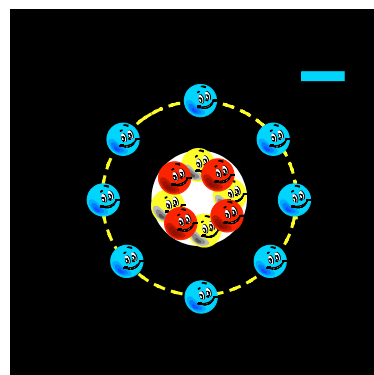



Fig.8 Se in un atomo si aggiungono degli Elettroni questo assume una carica elettrica Negativa.

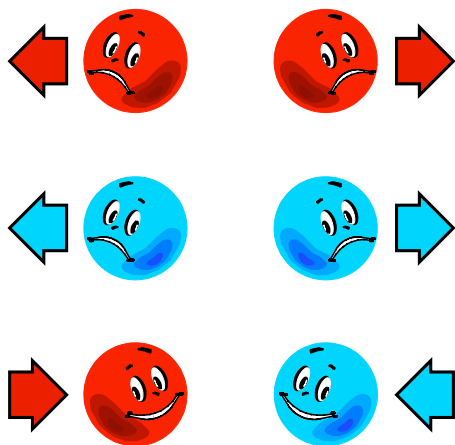



Fig.9 Due atomi con carica Positiva o con carica Negativa si respingono mentre due atomi con carica opposta si attirano.

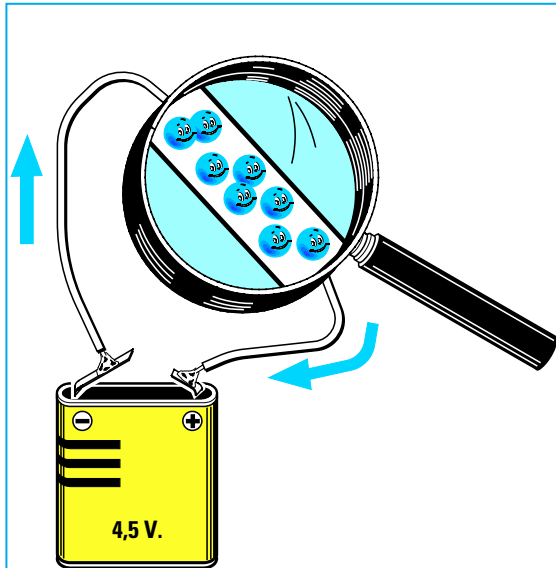



Fig.10 Gli Elettroni vengono attirati dai Protoni quindi il flusso della corrente elettrica va dal negativo verso il positivo.

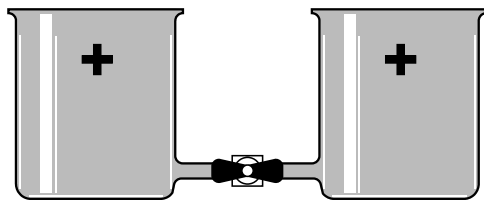



Fig.11 Se paragoniamo l'aria ad una "carica positiva" e l'acqua ad una "carica negativa" collegando assieme due recipienti pieni d'aria non ci sarà nessun flusso.

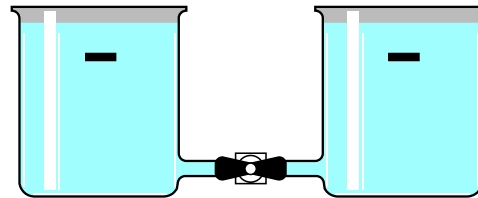



Fig.12 Anche se colleghiamo assieme due recipienti pieni d'acqua non ci sarà nessun flusso perché non esiste squilibrio tra carica Positiva e carica Negativa.

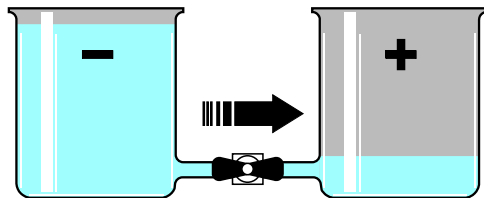



Fig.13 Collegando assieme un recipiente pieno d'acqua con uno pieno d'aria avremo un flusso d'acqua da questo recipiente verso l'altro perché esiste uno squilibrio.

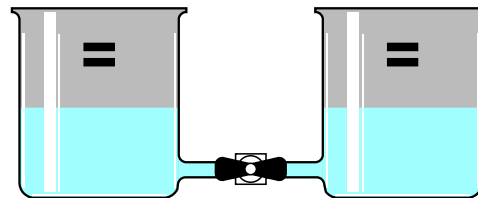



Fig.14 Il flusso d'acqua cesserà quando si è raggiunto un perfetto equilibrio Acqua/Aria. Una pila è scarica quando gli elettroni sono pari ai protoni.

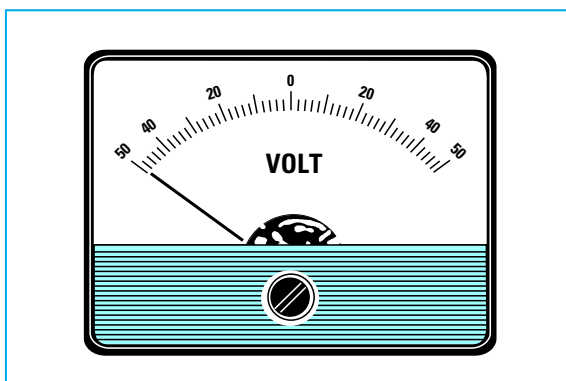
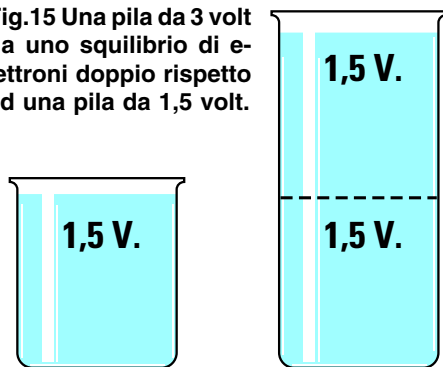
LA TENSIONE = unità di misura VOLT

Qualsiasi **pila** ha un elettrodo **positivo** ed un elettrodo **negativo** perché all'interno del suo corpo esiste uno **squilibrio** di elettroni.
Questo **squilibrio** di cariche **positive** e **negative** genera una **tensione** che si misura in **volt**.
Una pila da **9 volt** ha uno **squilibrio** di elettroni **6 volte** maggiore rispetto ad una pila da **1,5 volt**, infatti moltiplicando **1,5 x 6** otteniamo **9 volt** (vedi figg.15-16).
Una batteria da **12 volt** avrà uno **squilibrio** di elettroni **8 volte** maggiore rispetto ad una pila da **1,5 volt**.
Per spiegarvi il valore di questa differenza utilizzeremo ancora gli elementi **acqua - aria**.
Una pila da **1,5 volt** può essere paragonata a due recipienti **molto bassi**: uno pieno d'**acqua** (negativo) ed uno pieno d'**aria** (positivo).
Se li colleghiamo tra loro avremo un flusso d'acqua **molto modesto** perché la differenza di **potenziale** risulta alquanto ridotta (vedi fig.13).
Una pila da **9 volt** è paragonabile a un recipiente la cui **altezza** risulta **6 volte** maggiore rispetto al recipiente da 1,5 volt, quindi se colleghiamo tra loro il recipiente **negativo** con il recipiente **positivo** avremo un **maggiore** flusso d'acqua perché la differenza di **potenziale** è maggiore.

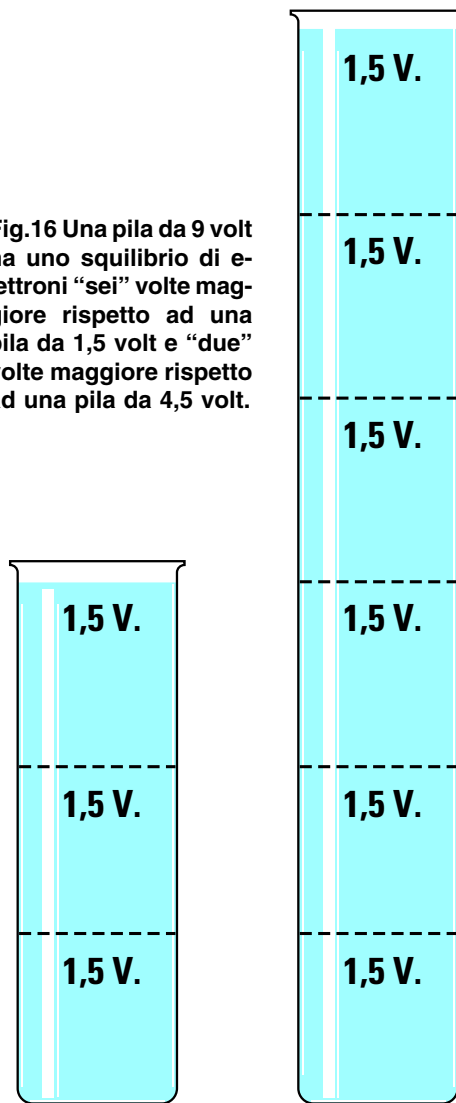
Fig.15 Una pila da 3 volt ha uno squilibrio di elettroni doppio rispetto ad una pila da 1,5 volt.

1,5 V. | 1,5 V. 1,5 V.

Come per le misure dei **pesi**, che possono essere espresse in **kilogrammi - quintali - tonnellate** e in **ettogrammi - grammi - milligrammi**, anche l'unità di misura **volt** può essere espressa con i suoi **multipli** chiamati:

Megavolt
Kilovolt

oppure con i suoi **sottomultipli** chiamati:

millivolt
microvolt
nanovolt

Fig.16 Una pila da 9 volt ha uno squilibrio di elettroni "sei" volte maggiore rispetto ad una pila da 1,5 volt e "due" volte maggiore rispetto ad una pila da 4,5 volt.

Le misure più utilizzate in campo elettronico sono:

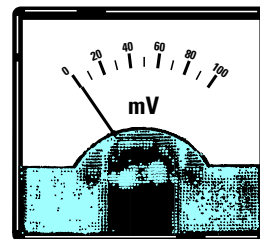
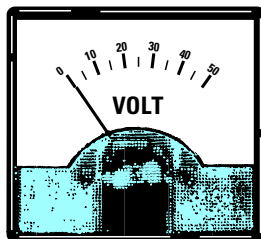
KV = Kilovolt
V = Volt
mV = millivolt
µV = microvolt

Nella Tabella N.1 riportiamo i fattori di divisione e di moltiplicazione per convertire i suoi **multipli** ed i suoi **sottomultipli**.

TABELLA N.1 CONVERSIONE Volt

Volt	: 1.000	= kilovolt
Volt	x 1.000	= millivolt
Volt	x 1.000.000	= microvolt
millivolt	: 1.000	= volt
millivolt	x 1.000	= microvolt
microvolt	: 1.000	= millivolt
microvolt	: 1.000.000	= volt

TENSIONI CONTINUE

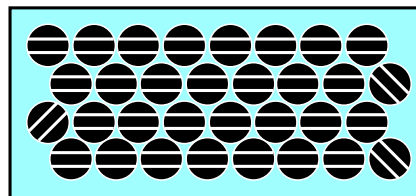
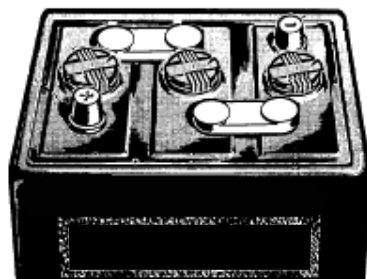



Fig.17 La tensione “continua” si preleva dalle Batterie autoricaricabili, dalle Pile e dalle Celle Solari.

TENSIONI ALTERNATE

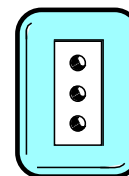
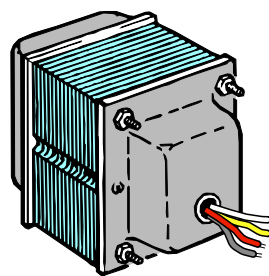
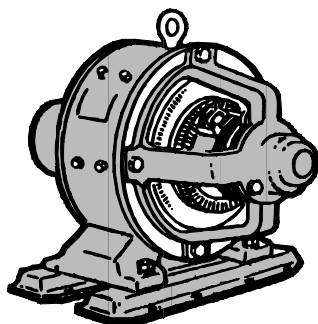



Fig.18 La tensione “alternata” si preleva dagli Alternatori, dai Trasformatori e dalla rete a 220 Volt.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

TENSIONI CONTINUE ed ALTERNATE

Avrete spesso sentito parlare di **tensioni continue** e **tensioni alternate**, ma prima di spiegarvi quale differenza intercorre tra l'una e l'altra vi diciamo che:

la **tensione continua** si preleva da:
pile - accumulatori - cellule solari

la **tensione alternata** si preleva da:
alternatori - trasformatori

Alimentando una lampadina con una **tensione continua** prelevata da una **pila** o da un **accumulatore** (vedi fig.19), avremo un **filo** con polarità **negativa** ed un filo con polarità **positiva**, quindi gli **elettroni** scorreranno sempre in un'**unica direzione**, cioè dal filo **negativo** verso il filo **positivo** con una tensione costante.

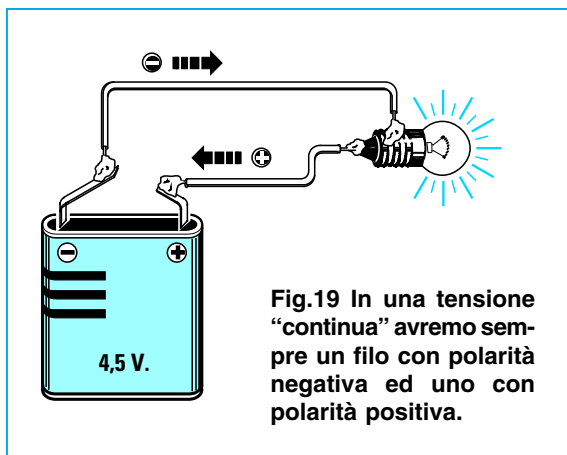



Fig.19 In una tensione "continua" avremo sempre un filo con polarità negativa ed uno con polarità positiva.

Alimentando una lampadina con una **tensione alternata** di **12 volt** prelevata da un **alternatore** o da un **trasformatore** (vedi fig.20) non avremo più un **filo negativo** ed un filo **positivo**, perché la **polarità** sui due fili cambierà continuamente.
Vale a dire che alternativamente nei due fili scorrerà una tensione **negativa** che diventerà **positiva** per ritornare **negativa** e poi nuovamente **positiva** ecc., quindi gli **elettroni** scorreranno una volta in un **senso** ed una volta in **senso opposto**.
L'inversione della **polarità** sui due fili non avviene bruscamente, cioè non si ha un'improvvisa inversione di polarità da **12 volt positivi** a **12 volt negativi** o viceversa, ma in modo graduale.
Vale a dire che il valore di una **tensione alternata** parte da un valore di **0 volt** per **aumentare** gradualmente a **1 - 2 - 3** ecc. **volt positivi** fino raggiungere il suo **massimo picco positivo** di **12 volt**, poi inizia a **scendere** a **11 - 10 - 9 ecc. volt positivi** fino a ritornare sul valore iniziale di **0 volt**.

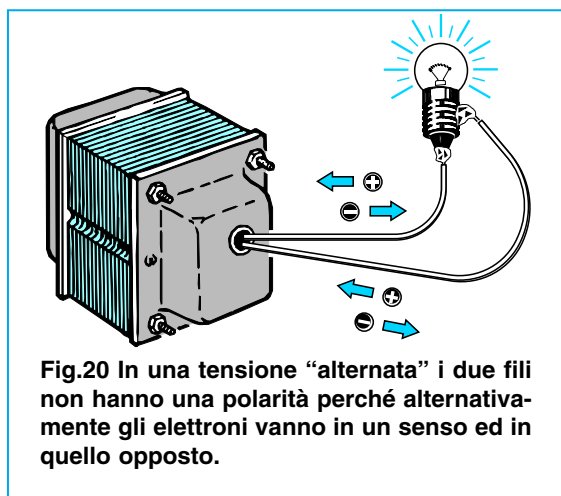



Fig.20 In una tensione "alternata" i due fili non hanno una polarità perché alternativamente gli elettroni vanno in un senso ed in quello opposto.

A questo punto la sua polarità si **inverte** e sempre in modo graduale **aumenta** a **1 - 2 - 3 ecc. volt negativi** fino raggiungere il suo **massimo picco negativo** di **12 volt**, poi inizia a **scendere** a **11 - 10 - 9 ecc. volt negativi** fino a ritornare sul valore iniziale di **0 volt** (vedi fig.26).
Questo ciclo da **positivo** a **negativo** si ripete all'infinito.

Ancora una volta vogliamo spiegarvi la **differenza** che esiste tra una **tensione continua** e una **tensione alternata** con un esempio **idraulico** e per questo utilizzeremo i nostri recipienti, uno **pieno d'acqua** (polo **negativo**) ed uno **pieno di aria** (polo **positivo**).
Per simulare la **tensione continua** collochiamo i due recipienti come visibile in fig.21.
L'**acqua** scorrerà verso il recipiente **vuoto** e quando in entrambi i recipienti avrà raggiunto lo stesso **livello**, lo spostamento dell'acqua **cesserà**.
Allo stesso modo, in una **pila** o in un **accumulatore** gli **elettroni negativi** in eccesso fluiranno sempre verso il **polo positivo** e quando sarà raggiunto un perfetto equilibrio tra **cariche positive** e **cariche negative** questo flusso **cessa**.

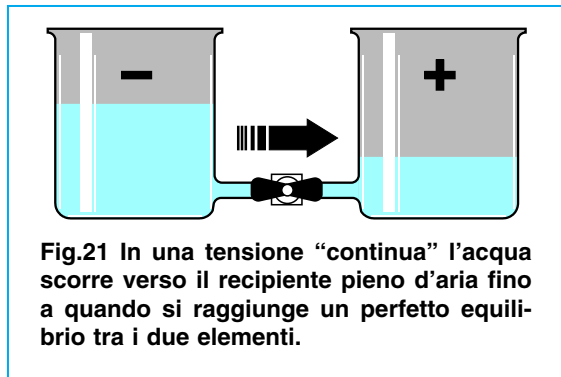



Fig.21 In una tensione "continua" l'acqua scorre verso il recipiente pieno d'aria fino a quando si raggiunge un perfetto equilibrio tra i due elementi.

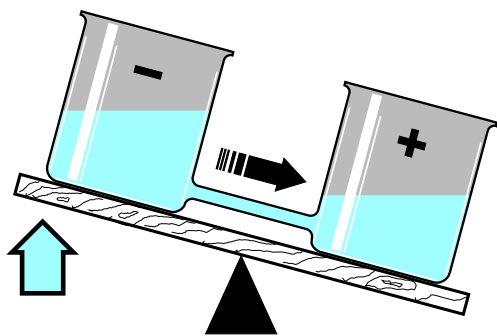



Fig.22 In una tensione "alternata" l'acqua scorre verso il recipiente vuoto.

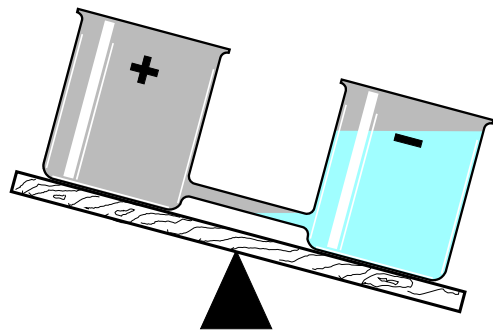



Fig.23 Quando questo si è riempito assume una polarità opposta cioè negativa.

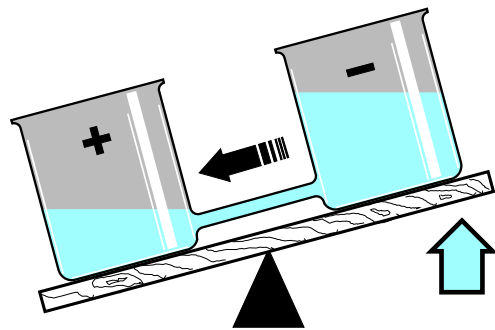



Fig.24 A questo punto il recipiente pieno si alza e l'acqua scorre in senso inverso.

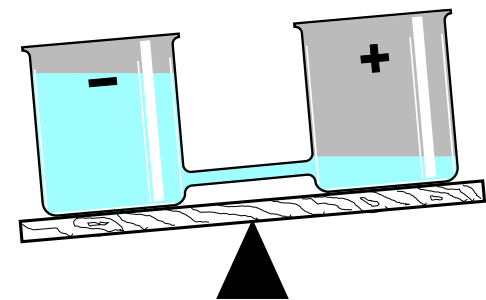



Fig.25 Quando il recipiente di sinistra è pieno si alza per invertire il flusso.

Una volta che questo equilibrio è stato raggiunto non c'è più spostamento di elettroni, quindi la **pila** non riuscendo più a fornire corrente elettrica si considera **scarica**.
Quando una **pila** è **scarica** si getta, al contrario un **accumulatore** quando è **scarico** si può **ricaricare** collegandolo ad un **generatore di tensione** esterno che provvederà a creare nuovamente lo **squilibrio** iniziale tra **elettroni** e **protoni**.

Per simulare la **tensione alternata** utilizziamo sempre gli stessi due recipienti collocandoli però sopra un piano basculante (vedi fig.22).
Una mano invisibile collocherà quello pieno d'**acqua** (polarità **negativa**) ad un'altezza maggiore rispetto a quello **vuoto** (polarità **positiva**).
Inizialmente l'**acqua** scorrerà verso il recipiente **vuoto** e quando il flusso dell'acqua **cesserà** avremo il recipiente di sinistra **vuoto** (polarità **positiva**) e quello di destra pieno d'**acqua** (polarità **negativa**).
A questo punto la "mano invisibile" alzerà il recipiente di destra facendo scorrere l'acqua in **senso inverso** fino a riempire il recipiente di sinistra ed una volta che si sarà riempito sempre la stessa mano lo alzerà nuovamente per **invertire** di nuovo il flusso dell'acqua (vedi fig.25).
In questo modo l'acqua scorrerà nel tubo prima in un **senso** poi in quello **opposto**.

FREQUENZA = unità di misura in HERTZ

Nella fig.26 riportiamo il grafico di un **periodo** della **tensione alternata**, che, come potete vedere, raffigura una **sinusoide** composta da una **semionda positiva** e da una **semionda negativa**.
Il numero delle **sinusoidi** che si ripetono nel tempo di **1 secondo** viene chiamata **frequenza** e viene espressa con la sigla **Hz**, che significa **Hertz**.
Se guardate l'etichetta posta sul **contatore** di casa vostra troverete indicato **50 Hz** oppure **p/s 50** che significa **periodo** in un **secondo**.
Questo **numero** sta ad indicare che la tensione che noi utilizziamo per accendere le nostre lampadine cambia di **polarità 50 volte** in **1 secondo**.
Una variazione di **50 volte** in **1 secondo** è talmente **veloce** che il nostro occhio non riuscirà mai a notare il valore **crescente** o **decrescente** delle **semionde**.
Misurando questa tensione con un **voltmetro**, la lancetta non devierà mai da un minimo ad un massimo, perché le variazioni sono troppo **veloci** rispetto all'inerzia della lancetta.
Solo un **oscilloscopio** ci permette di **visualizzare** sul suo schermo questa forma d'onda (vedi fig.30).

Le misure più utilizzate sono:

Nella Tabella N.2 riportiamo i fattori di divisione e di moltiplicazione per convertire una frequenza in Hertz nei suoi **multipli** e **sottomultipli**.

TABELLA N.2 CONVERSIONE Hertz

Hertz	: 1.000	= Kilohertz
Hertz	: 1.000.000	= Megahertz
Kilohertz	: 1.000	= Megahertz
Kilohertz	: 1.000.000	= Gigahertz
Megahertz	: 1.000	= Gigahertz
Kilohertz	x 1.000	= Hertz
Megahertz	x 1.000	= Kilohertz
Megahertz	x1.000.000	= Hertz
Gigahertz	x1.000	= Megahertz
Gigahertz	x1.000.000	= Kilohertz

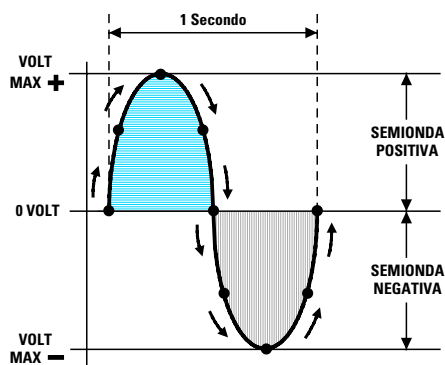



Fig.26 Il numero delle sinusoidi che si ripetono nel tempo di "1 secondo" viene chiamato Frequenza e si misura in Hertz.

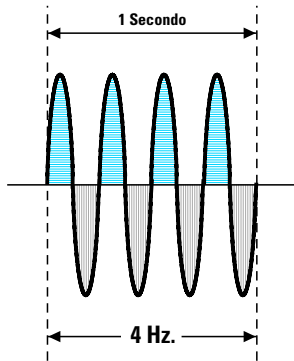



Fig.27 In una frequenza di 4 Hz la tensione cambia di polarità 4 volte al secondo.

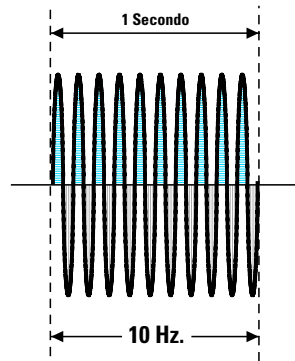



Fig.28 In una frequenza di 10 Hz la tensione cambia di polarità 10 volte al secondo.

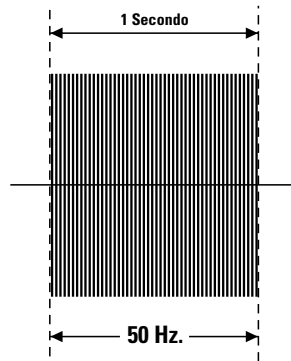



Fig.29 In una frequenza di 50 Hz la tensione cambia di polarità 50 volte al secondo.

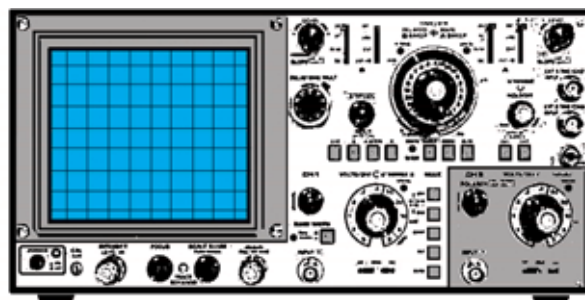
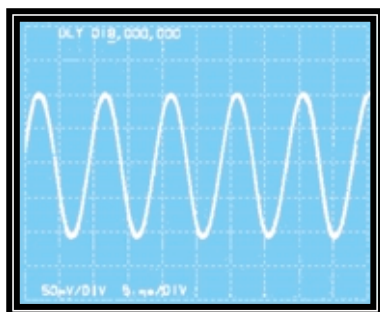
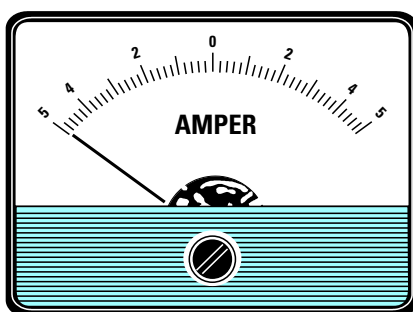



Fig.30 Possedendo uno strumento chiamato Oscilloscopio è possibile visualizzare sullo schermo il numero delle sinusoidi presenti nel tempo di 1 secondo.

LA CORRENTE = unità di misura in AMPER

Il movimento degli **elettroni** dall'elettrodo **negativo** all'elettrodo **positivo** si chiama **corrente** e si misura in **amper**.

Nota: si dovrebbe scrivere **ampere**, ma poiché oramai si scrive come si pronuncia, cioè **amper**, continueremo ad utilizzare questa forma.

A titolo informativo segnaliamo ai più curiosi che **1 amper** corrisponde a:

6.250.000.000.000.000.000 di elettroni

che scorrono dal terminale **negativo** verso il **positivo** nel tempo di **1 secondo**.

La **corrente** non dipende in alcun modo dal valore della **tensione**, quindi possiamo prelevare **1 amper** sia da una pila da **1,5 volt** come da una pila da **9 volt** o da una batteria da auto da **12 volt** oppure dalla tensione di rete dei **220 volt**.
Per capire meglio la differenza che esiste tra **volt** ed **amper** utilizzeremo sempre l'elemento **acqua**.
Se colleghiamo il serbatoio **negativo** ed il serbatoio **positivo** con un tubo che abbia un **diametro** molto **piccolo** (vedi fig.31) il **flusso di acqua** avverrà lentamente, e poiché questo **flusso** si può paragonare al numero degli **elettroni** in transito, si può affermare che quando passa **poca acqua**, nel circuito scorrono **pochi amper**.
Se colleghiamo i due serbatoi con un tubo di **diametro maggiore** (vedi fig.32), il **flusso di acqua** aumenterà, cioè nel circuito scorreranno più **elettroni** e quindi **più amper**.

Anche l'**amper** come il **volt** ha i suoi **sottomultipli** chiamati:

milliamper
microamper
nanoamper

Fig.31 Un tubo sottile farà fluire poca acqua dal polo negativo verso il positivo.

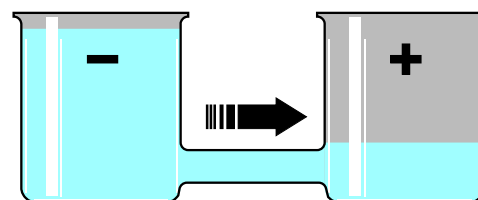



Fig.32 Un tubo grosso farà fluire molto acqua dal polo negativo verso il positivo.

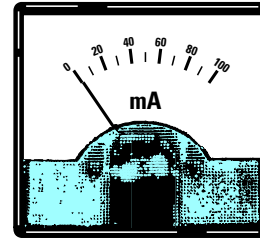
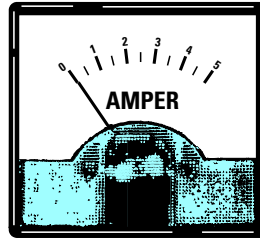
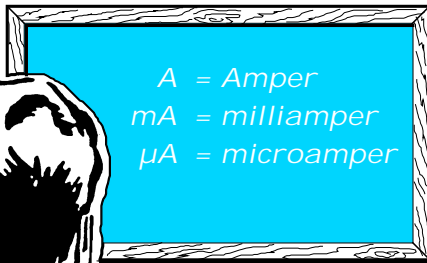
Le misure più utilizzate in campo elettronico sono:

Nella Tabella N.3 riportiamo i fattori di divisione e di moltiplicazione per convertire i suoi **sottomultipli**.

TABELLA N.3	CONVERSIONE Amper	
Amper	x 1.000	= milliamper
Amper	x 1.000.000	= microamper
milliamper	: 1.000	= Amper
milliamper	x 1.000	= microamper
milliamper	: 1.000.000	= nanoamper
microamper	: 1.000	= milliamper
microamper	: 1.000.000	= Amper

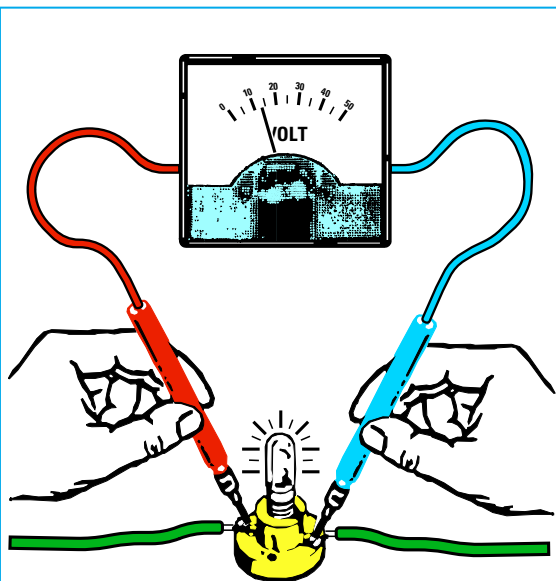



Fig.33 Lo strumento chiamato Voltmetro si applica sempre sui terminali positivo e negativo perché misura lo “squilibrio” di elettroni che esiste tra questi due terminali. Vedi gli esempi dei recipienti pieni d’acqua riportati nelle figure 15-16.

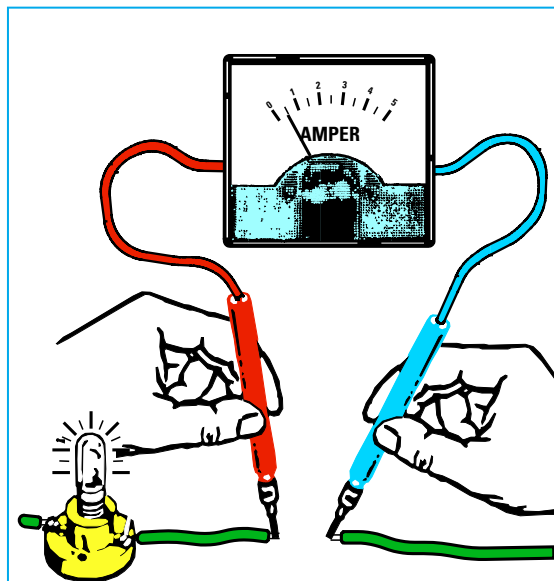



Fig.34 Lo strumento chiamato Amperometro si applica sempre in “serie” ad un filo perché misura il “passaggio” degli elettroni. Gli Amper non sono influenzati dalla tensione quindi 1 Amper può scorrere con tensioni di 4,5 - 9 - 24 - 220 Volt.

LA POTENZA = unità di misura in WATT

Conoscendo il valore di **tensione** di un qualsiasi generatore (pila - batteria - trasformatore - linea elettrica) e la **corrente** che preleviamo per alimentare una lampadina, una radio, un frigorifero, un saldatore ecc., potremo conoscere il valore della **potenza** assorbita espressa in **watt**.

La formula che ci permette di ricavare i **watt** è molto semplice:

watt = volt x amper

Una lampadina da **12 volt** - **0,5 amper** assorbe dunque una **potenza** di:

12 x 0,5 = 6 watt

Conoscendo i **watt** e gli **amper** noi possiamo conoscere il valore della **tensione** di alimentazione usando la formula inversa, cioè:

volt = watt : amper

Se abbiamo una lampada da **6 watt** che assorbe **0,5 amper** la sua **tensione** di alimentazione sarà di:

6 : 0,5 = 12 volt

Conoscendo i **watt** ed i **volt** noi possiamo conoscere gli **amper** assorbiti usando la formula:

amper = watt : volt

Una lampadina della **potenza** di **6 watt** da alimentare con una **tensione** di **12 volt** assorbirà una **corrente** di:

6 : 12 = 0,5 amper

Ora che sapete che il **watt** indica la **potenza**, capirete che un saldatore da **60 watt** eroga in **calore** una **potenza** maggiore di un saldatore da **40 watt**.
Analogamente confrontando due **lampadine** una da **50 watt** ed una da **100 watt**, la seconda assorbirà una **potenza doppia** rispetto alla prima, ma emetterà anche il **doppio** di **luce**.

Il **multiplo** dei **watt** è chiamato:

Kilowatt

ed i **sottomultipli** sono chiamati:

milliwatt
microwatt

**Fig.35 Una lampadina alimentata da una tensione di 12 Volt assorbe una corrente di 0,5 Amper ed eroga una potenza luminosa di 6 Watt.
Per ricavare la potenza basta moltiplicare i Volt per gli Amper, infatti:**

12 Volt x 0,5 Amper = 6 Watt

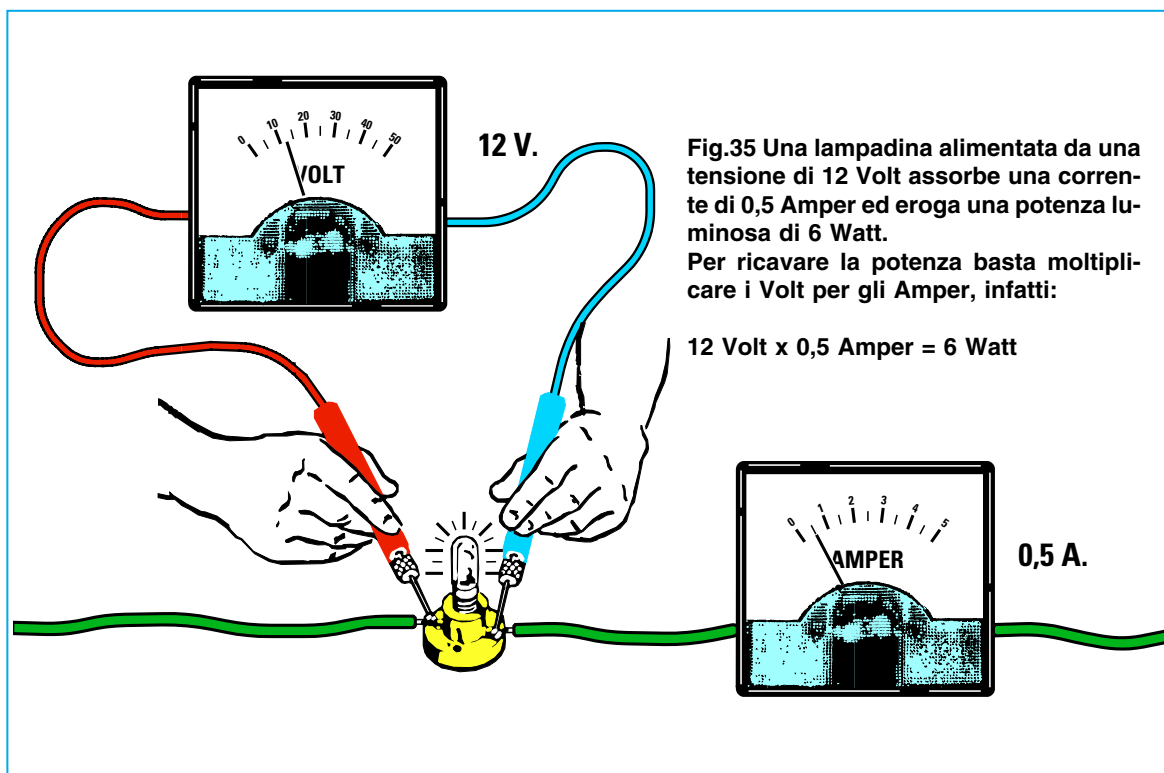
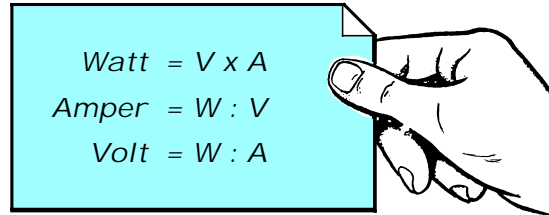
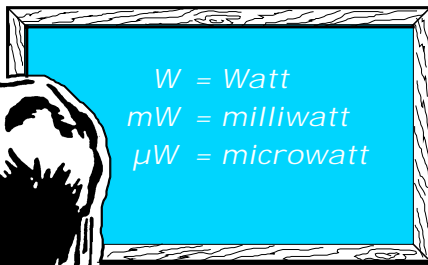
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Le misure più utilizzate in campo elettronico sono:

Nella Tabella N.4 riportiamo i fattori di divisione e di moltiplicazione per convertire i suoi **multipli** ed i suoi **sottomultipli**.

TABELLA N.4 CONVERSIONE Watt

Watt	: 1.000	= kilowatt
Watt	x 1.000	= milliwatt
Watt	x 1.000.000	= microwatt
milliwatt	: 1.000	= Watt
milliwatt	x 1.000	= microwatt
microwatt	: 1.000	= milliwatt

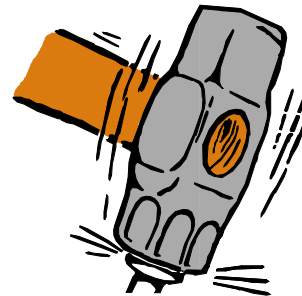
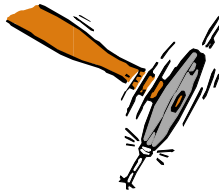
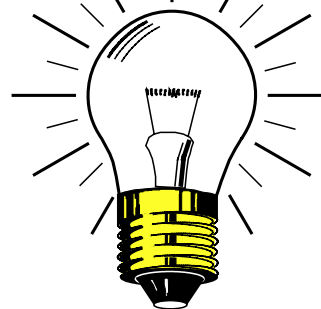



Fig.36 Possiamo paragonare la potenza ad un “martello”. Un piccolo martello ha una potenza minore di un martello di dimensioni maggiori. Per questo motivo una lampada da 10 Watt eroga meno luce di una lampada da 100 Watt ed un motore elettrico da 1.000 Watt eroga più potenza rispetto ad un motore da 500 Watt. Maggiori sono i Watt della lampada, del motore o del circuito che alimentiamo, più Amper sono assorbiti dalla sorgente.

GENERATORI DI TENSIONE

I più comuni generatori di **tensione** sono le **pile** che possiamo trovare in commercio in forme e dimensioni diverse (vedi fig.37).
Ogni **pila** può erogare a seconda del modello tensioni di **1,5 - 4,5 - 9 volt**.
Esistono dei generatori di tensione **ricaricabili**, conosciuti con il nome di **pile** al **nichel/cadmio** oppure **accumulatori** al **piombo**, normalmente installati su tutte le **auto**, che generano una tensione di **12,6 volt**.
Esistono anche dei generatori in grado di trasformare la **luce** in una tensione e per questo motivo sono chiamati **celle solari** (vedi fig.17).
Alcuni generatori funzionano con il **moto**. Ad esempio la **dinamo**, installata su ogni bicicletta (vedi fig.18), o gli **alternatori**, installati sulle auto per ricaricare la **batteria**.

Nota: Le **dinamo** installate nelle biciclette generano una **tensione alternata**.

In ogni appartamento sono presenti le **prese elettriche** dalle quali possiamo prelevare una tensione di **220 volt alternata**.
Il generatore di tensione chiamato **trasformatore** viene utilizzato in elettronica per ridurre la tensione **alternata** di rete dei **220 volt** in tensioni **inferiori**, ad esempio **9 - 12 - 20 - 30 volt**.

1° ESERCIZIO

Il primo esercizio che vi proponiamo vi permetterà di constatare che cosa avviene se si collegano in **serie** o in **parallelo** due sorgenti di alimentazione.
Procuratevi in una tabaccheria o in un supermercato due pile quadre da **4,5 volt**, una lampadina da **6 volt** completa del suo portalampadina e uno spezzone di filo di rame isolato in **plastica** per impianti elettrici.

Collegando i due estremi della **lampadina** ad una sola **pila** (vedi fig.39) vedrete la lampadina **accendersi**.

Se prendete le **due** pile e collegate insieme i loro terminali **positivi** ed i loro terminali **negativi** e poi a questi collegate nuovamente la **lampadina**, anche in questo caso la lampadina si **accenderà** con la stessa intensità che si otteneva usando una **sola pila**.
Questo collegamento, chiamato **parallelo** (vedi fig.39), non ha modificato il valore della **tensione** che rimane sempre di **4,5 volt**, ma solo la sua **potenza**.
In pratica abbiamo **raddoppiato** l'autonomia della pila, vale a dire che se una **sola pila** poteva tenere accesa la lampadina per un tempo di **10 ore**, collegandone **due** in **parallelo** riusciremo a tenerla accesa per un tempo di **20 ore**.

Fig.37 In commercio possiamo trovare pile con tensioni e dimensioni diverse. La capacità di una pila viene espressa in Amperora. Una pila da 3 Ah si scarica in un'ora se preleviamo 3 Amper, in due ore se preleviamo 1,5 Amper ed in trenta ore se preleviamo 0,1 Amper.

Fig.38 Nell'anno 1801 il fisico Alessandro Volta presentò a Parigi, alla presenza di Napoleone Bonaparte, la sua Pila elettrica.

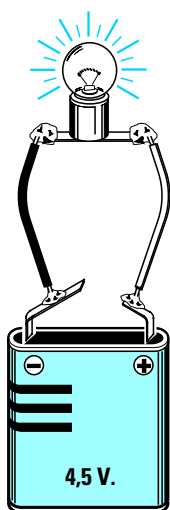



Fig.39 Collegando una lampadina ad una pila questa si accende. Collegando in Parallelo due pile modifichiamo solo la "capacità", quindi la luminosità della lampada non varia.
Collegandole in Serie (vedi fig.40 a sinistra) la luminosità raddoppia perché aumentiamo il dislivello degli elettroni.

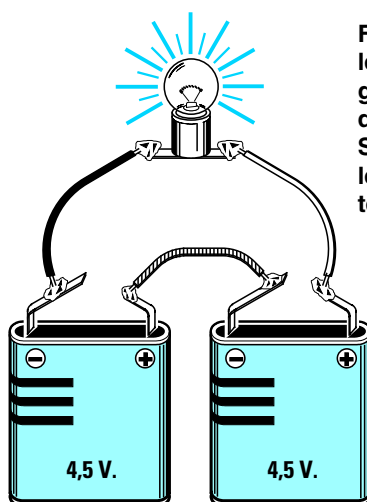
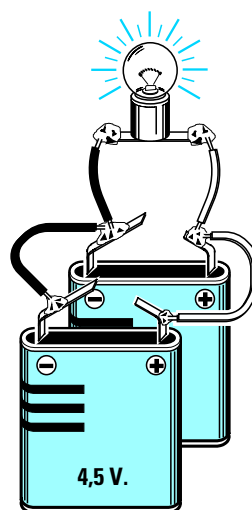



Fig.40 Per collegare in Serie due pile dovremo collegare il terminale Negativo di una pila con il Positivo dell'altra pila.
Se collegheremo le pile come visibile a destra non otterremo nessuna tensione.

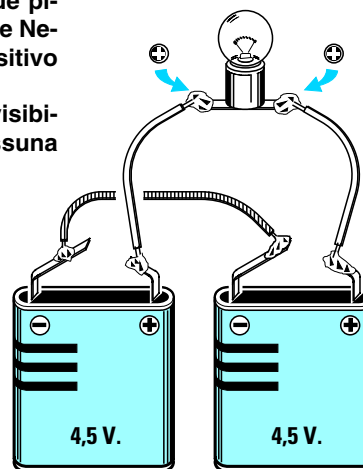
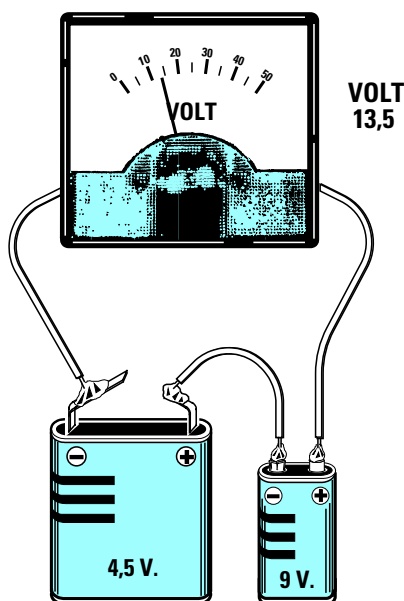



Fig.41 Collegando in serie una pila da 4,5 volt con una pila da 9 volt noi otterremo una tensione totale di 13,5 volt. Per collegarle in serie dobbiamo collegare il Positivo di una pila al Negativo dell'altra pila.

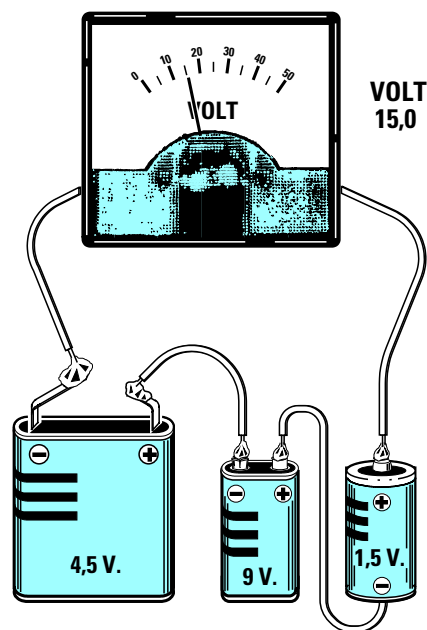



Fig.42 Collegando in serie tre pile, una pila da 4,5 volt, una da 9 volt ed una da 1,5 volt, otterremo una tensione di 15 volt. Se le tre pile hanno una diversa capacità la più debole si esaurisce prima delle altre.

Ora collegate il **positivo** di una pila al **negativo** della seconda pila (vedi fig.40), poi ai due estremi delle pile collegate la lampadina e subito noterete un **aumento** della **luminosità**.
Questo collegamento, chiamato **serie**, ha **raddoppiato** il valore della tensione che da **4,5 volt** è salito a **4,5+4,5 = 9 volt**.

Se per **errore** collegherete il **negativo** di una pila con il **negativo** della seconda pila e sui due estremi **positivi** (vedi fig.40 a destra) collegherete la lampadina, questa rimarrà **spenta** perché gli elettroni di identica polarità si respingono.
Lo stesso fenomeno si riscontra se si collega il **positivo** di una pila al **positivo** della seconda pila.

IMPORTANTE

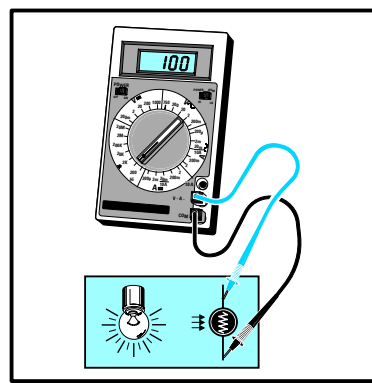
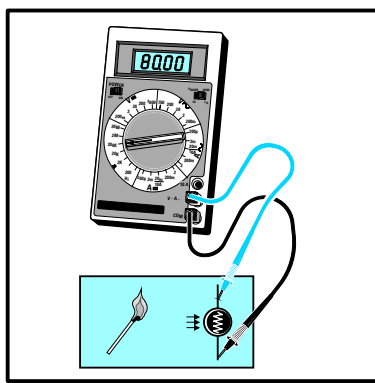
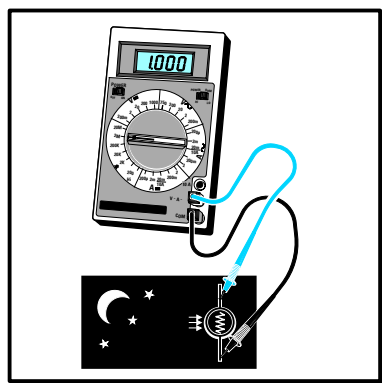
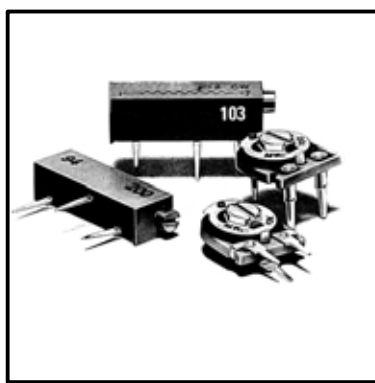
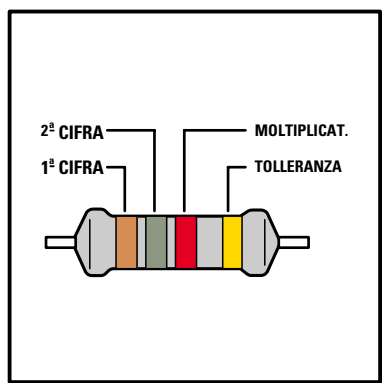
Noi possiamo collegare in **parallelo** anche **due - tre - quattro** pile a patto che eroghino la **stessa tensione**, quindi possiamo collegare in parallelo due o più pile da **4,5 volt** oppure due o più pile che eroghino **9 volt**, ma **non possiamo** collegare in **parallelo** una pila da **4,5 volt** con una da **9 volt** perché la pila che eroga una **tensione maggiore** si scaricherebbe sulla pila che eroga una **tensione minore**.

Le pile con **differenti** tensioni si possono invece collegare in **serie**.
Ad esempio se colleghiamo in **serie** ad una pila da **4,5 volt** una da **9 volt** (vedi fig.41) otterremo una tensione totale di:

4,5 + 9 = 13,5 volt

Se collegheremo in **serie** tre pile, una pila da **4,5 volt**, una da **9 volt** ed una da **1,5 volt** (vedi fig.42) otterremo una tensione totale di:

4,5 + 9 + 1,5 = 15 volt

In un collegamento in **serie** dovremo però scegliere delle pile che abbiamo una **stessa capacità**.
Ad esempio se la pila da **4,5 volt** ha una autonomia di **10 ore**, quella da **9 volt** un'autonomia di **3 ore** e quella da **1,5 volt** un'autonomia di **40 ore**, collegandole in **serie cesseranno** di fornirci tensione dopo solo **3 ore**, cioè quando la pila da **9 volt**, che ha una autonomia **minore**, si sarà totalmente **scaricata**.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Il valore **ohmico** di ogni resistenza non è mai indicato sul suo corpo con un **numero**, ma con fasce di diverso **colore**, che tutti devono imparare a decifrare per sapere quanti **ohm** ha la resistenza che si andrà ad inserire nel circuito da realizzare.

Con le formule riportate in tutti i testi di elettronica, e cioè:

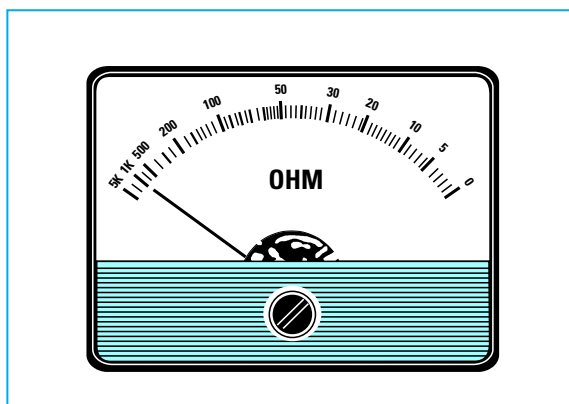
ohm = kiloohm : 1.000
ohm = megaohm : 1.000.000

kiloohm = ohm x 1.000
megaohm = ohm x 1.000.000

molti commettevano errori perché non consideravano che **kiloohm** è **mille** volte più **grande** di **ohm** e che **ohm** e **mille** volte più **piccolo** di **kiloohm**. Quindi se veniva chiesto di convertire un valore di **150 ohm** in **kiloohm**, la maggioranza utilizzava la formula **kiloohm = ohm x 1.000** ottenendo così un valore errato di **150 x 1.000 = 150.000 kiloohm**.
Usando la **Tabella N.5**, in cui è segnalato per quale numero occorre **moltiplicare** o **dividere** un **valore** espresso in **ohm - kiloohm - megaohm** per convertirlo in un suo **multiplo** o **sottomultiplo**, abbiamo evitato tutti gli **errori** che i principianti commettono all'inizio.
Quindi per convertire **150 ohm** in **kiloohm** dovremo semplicemente fare **150 : 1.000 = 0,15 kiloohm**.
Mentre per convertire **0,15 kiloohm** in **ohm** dovremo semplicemente fare **0,15 x 1.000 = 150 ohm**.

Quanto detto vale anche per tutte le **Tabelle** che risultano pubblicate nella **1° Lezione**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

RESISTENZE = unità di misura in OHM

Non tutti i materiali sono ottimi conduttori di **elettricità**.
Quelli che contengono **molti** elettroni liberi, come ad esempio **oro - argento - rame - alluminio - ferro - stagno**, sono ottimi conduttori di **elettricità**.
I materiali che contengono **pochissimi** elettroni liberi, come ad esempio **ceramica - vetro - legno - plastica - sughero**, non riescono in nessun modo a far scorrere gli **elettroni** e per questo sono chiamati **isolanti**.
Esistono inoltre dei materiali **intermedi** che non sono né **conduttori** né **isolanti**, come ad esempio il **nichelcromo**, la **costantana** e la **grafite**.
Tutti i materiali che offrono una **resistenza** a far scorrere gli **elettroni** vengono utilizzati in **elettronica** per costruire **resistenze - potenziometri - trimmer**, cioè dei componenti che **rallentano** il flusso degli **elettroni**.

L'unità di misura della **resistenza** elettrica, indicata con la lettera greca omega Ω, è l'**ohm**.
Un **ohm** corrisponde alla resistenza che gli elettroni incontrano passando attraverso una **colonna di mercurio** lunga **1.063 millimetri** (**1 metro** e **63 millimetri**), del **peso** di **14,4521 grammi**, posta ad una **temperatura** di **0 gradi**.

Oltre al valore **ohmico**, la resistenza ha un altro parametro molto importante: la potenza massima in **watt** che è in grado di dissipare senza essere **distrutta**.
Troverete perciò in commercio resistenze composte da polvere di **grafite** che hanno una potenza di **1/8 - 1/4 di watt**, altre di dimensioni leggermente **maggiori** da **1/2 watt** ed altre ancora, molto più grandi, da **1 - 2 watt** (vedi fig.43).
Per ottenere resistenze in grado di dissipare potenze sull'ordine dei **3 - 5 - 10 - 20 - 30 watt** si utilizza del filo di **nichelcromo** (vedi fig.47).

A COSA servono le RESISTENZE

Una **resistenza** posta in serie ad un circuito provoca sempre una **caduta** di tensione perché **frena** il passaggio degli elettroni.
Se ad un conduttore in grado di lasciar passare un elevato numero di elettroni colleghiamo in serie un componente in grado di **frenare** il loro passaggio, è intuitivo che il loro **flusso** viene rallentato.
Per spiegarci meglio possiamo paragonare la **resistenza** ad una strozzatura nel tubo di un impianto idraulico (vedi fig.44).
Se il tubo non presenta nessuna strozzatura l'acqua scorre al suo interno senza incontrare nessuna resistenza.
Se lo restringiamo leggermente la strozzatura ridurrà la pressione dell'acqua, e se lo restringeremo ulteriormente l'acqua incontrerà una resistenza maggiore a proseguire.
Le **resistenze** vengono utilizzate in elettronica per **ridurre** la pressione, vale a dire la **tensione** in **volt**.
Quando una corrente elettrica incontra una **resistenza** che impedisce agli **elettroni** di scorrere liberamente questi si **surriscaldano**.
Molti dispositivi elettrici sfruttano questo **surriscaldamento** per produrre **calore**.
Ad esempio nel **saldatore** è presente una resistenza di **nichelcromo** che surriscaldandosi fa aumentare a tal punto la temperatura sulla **punta** di rame da far **sciogliere** lo stagno utilizzato nelle stagnature.
Anche nei **ferri da stiro** è presente una **resistenza** calcolata in modo da far raggiungere alla **piastra** una temperatura sufficiente per stirare i nostri indumenti senza bruciarli.
All'interno delle lampadine è presente una resistenza di **tungsteno** in grado di raggiungere elevate temperature senza fondersi e gli elettroni surriscaldandola la rendono **incandescente** a tal punto da farle emettere una **luce**.

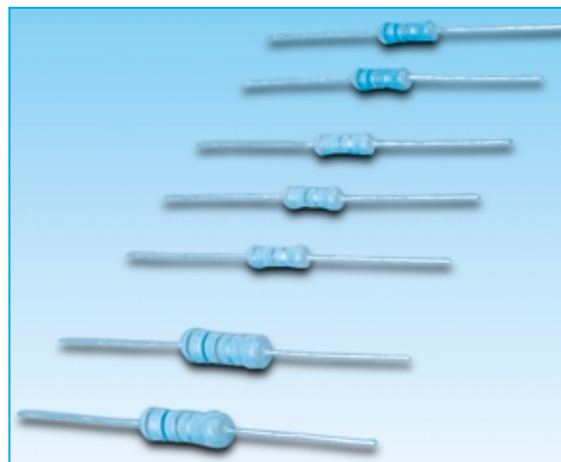



TABELLA N.5 CONVERSIONE ohm

ohm	: 1.000 →	kiloohm
ohm	: 1.000.000 →	megaohm
kiloohm	x 1.000 →	ohm
kiloohm	: 1.000 →	megaohm
megaohm	x 1.000 →	kiloohm
megaohm	x 1.000.000 →	ohm

ESEMPI

1.500 ohm corrispondono a :
1.500 : 1.000 = 1,5 kiloohm

0,56 megaohm corrispondono a :
0,56 x 1.000.000 = 560.000 ohm

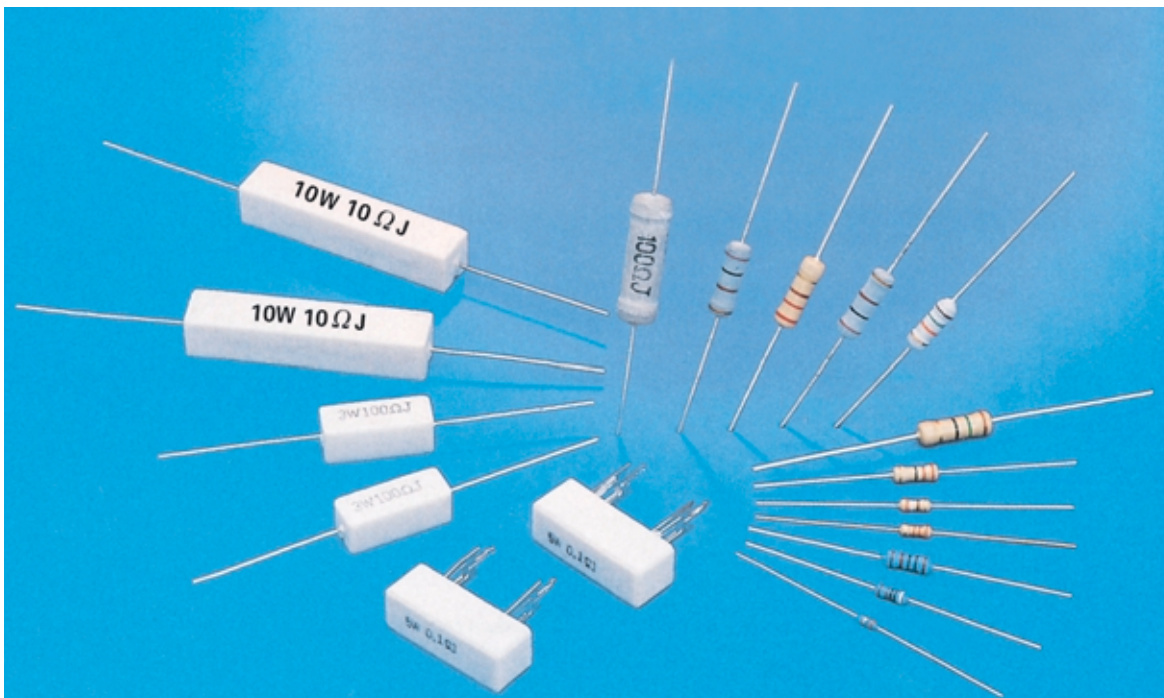



Fig.43 Le resistenze da 1/8 - 1/4 - 1/2 - 1 watt utilizzate in elettronica hanno la forma di piccoli cilindri provvisti di due sottili terminali. In queste resistenze il valore ohmico si ricava dalle quattro fasce colorate stampigliate sui loro corpi (vedi fig.46). Le resistenze da 3 - 5 - 7 - 10 - 15 watt hanno un corpo rettangolare in ceramica con sopra stampigliato il loro valore ohmico e la loro potenza in watt.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

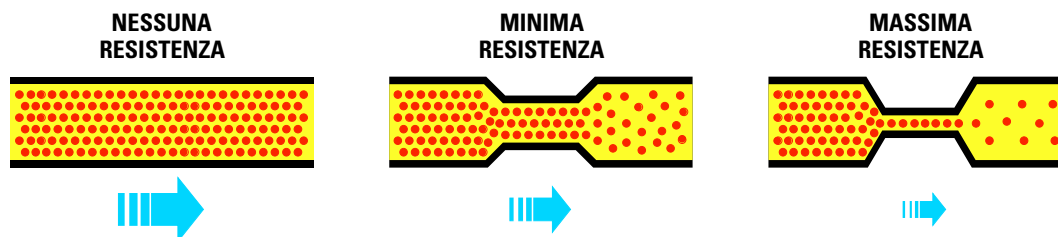



Fig.44 Possiamo paragonare una "resistenza" ad una strozzatura posta in serie ad un conduttore per ridurre il regolare flusso di elettroni. Una resistenza con un "basso" valore ohmico (media strozzatura) ridurrà molto meno il flusso degli elettroni rispetto ad una resistenza con un "elevato" valore ohmico (strozzatura maggiore).

Fig.45 Le 4 fasce colorate che appaiono sul corpo delle resistenze servono per ricavare il loro valore ohmico. Nella Tabella sottostante riportiamo i valori Standard.

VALORI STANDARD delle RESISTENZE

In commercio non trovate qualsiasi valore **ohmico**, ma solo i valori **standard** riportati in questa **Tabella**.

TABELLA N.6

1,0 ohm	10 ohm	100 ohm	1.000 ohm	10.000 ohm	100.000 ohm	1,0 megaohm
1,2 ohm	12 ohm	120 ohm	1.200 ohm	12.000 ohm	120.000 ohm	1,2 megaohm
1,5 ohm	15 ohm	150 ohm	1.500 ohm	15.000 ohm	150.000 ohm	1,5 megaohm
1,8 ohm	18 ohm	180 ohm	1.800 ohm	18.000 ohm	180.000 ohm	1,8 megaohm
2,2 ohm	22 ohm	220 ohm	2.200 ohm	22.000 ohm	220.000 ohm	2,2 megaohm
2,7 ohm	27 ohm	270 ohm	2.700 ohm	27.000 ohm	270.000 ohm	2,7 megaohm
3,3 ohm	33 ohm	330 ohm	3.300 ohm	33.000 ohm	330.000 ohm	3,3 megaohm
3,9 ohm	39 ohm	390 ohm	3.900 ohm	39.000 ohm	390.000 ohm	3,9 megaohm
4,7 ohm	47 ohm	470 ohm	4.700 ohm	47.000 ohm	470.000 ohm	4,7 megaohm
5,6 ohm	56 ohm	560 ohm	5.600 ohm	56.000 ohm	560.000 ohm	5,6 megaohm
6,8 ohm	68 ohm	680 ohm	6.800 ohm	68.000 ohm	680.000 ohm	6,8 megaohm
8,2 ohm	82 ohm	820 ohm	8.200 ohm	82.000 ohm	820.000 ohm	8,2 megaohm

TABELLA n.7 — I COLORI CHE TROVERETE SUL CORPO DELLE RESISTENZE

1,0 ohm	10 ohm	100 ohm	1.000 ohm	10.000 ohm	100.000 ohm	1,0 Mohm
1,2 ohm	12 ohm	120 ohm	1.200 ohm	12.000 ohm	120.000 ohm	1,2 Mohm
1,5 ohm	15 ohm	150 ohm	1.500 ohm	15.000 ohm	150.000 ohm	1,5 Mohm
1,8 ohm	18 ohm	180 ohm	1.800 ohm	18.000 ohm	180.000 ohm	1,8 Mohm
2,2 ohm	22 ohm	220 ohm	2.200 ohm	22.000 ohm	220.000 ohm	2,2 Mohm
2,7 ohm	27 ohm	270 ohm	2.700 ohm	27.000 ohm	270.000 ohm	2,7 Mohm
3,3 ohm	33 ohm	330 ohm	3.300 ohm	33.000 ohm	330.000 ohm	3,3 Mohm
3,9 ohm	39 ohm	390 ohm	3.900 ohm	39.000 ohm	390.000 ohm	3,9 Mohm
4,7 ohm	47 ohm	470 ohm	4.700 ohm	47.000 ohm	470.000 ohm	4,7 Mohm
5,6 ohm	56 ohm	560 ohm	5.600 ohm	56.000 ohm	560.000 ohm	5,6 Mohm
6,8 ohm	68 ohm	680 ohm	6.800 ohm	68.000 ohm	680.000 ohm	6,8 Mohm
8,2 ohm	82 ohm	820 ohm	8.200 ohm	82.000 ohm	820.000 ohm	8,2 Mohm

Fig.46 In questa Tabella riportiamo i 4 colori presenti sulle resistenze. Se nella 3° fascia è presente il colore "oro", il valore delle prime due cifre va diviso x 10.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

CODICE dei COLORI

Quando acquisterete le vostre prime **resistenze** scoprirete che il loro valore **ohmico** non è stampigliato sul loro corpo con dei **numeri**, bensì con **quattro fasce colorate**.
Inizialmente ciò procura ad un principiante non poche difficoltà, perché non sapendo ancora **decifrare** questi colori non può conoscere il valore **ohmico** della resistenza che si ha in mano.

Ogni colore che appare sul corpo di queste resistenze corrisponde ad un preciso numero, come potete vedere anche dalla **Tabella N.7**.
Per ricordare l'associazione colore - numero c'è chi prende come colore di partenza il **verde**, che corrisponde al numero **5**, poi memorizza che, scendendo verso il numero **0**, il **giallo** corrisponde al **4**, **l'arancio** corrisponde al **3** ecc.:

giallo = 4
arancio = 3
rosso = 2
marrone = 1
nero = 0

mentre salendo verso il numero **9**, il **blu** corrisponde al **6**, il **viola** corrisponde al **7** ecc.:

blu = 6
viola = 7
grigio = 8
bianco = 9

Le **quattro fasce** riportate sul corpo di ogni resistenza (vedi fig.45) ci permettono di ricavare un **numero** di più cifre che ci indica il reale valore in **ohm**.

1° fascia - primo numero della cifra.
Se questa fascia è di colore **rosso**, il primo numero è un **2**, se questa fascia è di colore **blu** questo numero è un **6** ecc.

2° fascia - secondo numero della cifra.
Se questa fascia è di colore **rosso**, il secondo numero è nuovamente un **2**, se troviamo un **viola** è un **7** ecc.

3° fascia - zeri da aggiungere alla cifra determinata con i primi due colori.
Se troviamo un **marrone** dobbiamo aggiungere **uno 0**, se troviamo un **rosso** dobbiamo aggiungere **due 00**, se troviamo un **arancio** dobbiamo aggiungere **tre 000**, se troviamo un **giallo** dobbiamo aggiungere **quattro 0.000**, se troviamo un **verde** dobbiamo aggiungere **cinque 00.000**, se troviamo un **blu** dobbiamo aggiungere **sei 000.000**.
Se la **terza fascia** è di colore **oro** dobbiamo dividere **x 10** il numero ricavato con le prime due fasce.
Se invece la **terza fascia** è di colore **argento** dobbiamo dividere **x 100** il numero ricavato con le prime due fasce.

4° fascia - quest'ultima fascia indica la **tolleranza** della resistenza, vale a dire di quanto può variare in **più** o in **meno** il **numero**, cioè il valore **ohmico**, che abbiamo ricavato con le prime **3 fasce**.
Se la **quarta fascia** è di colore **oro** la resistenza ha una tolleranza del **5%**.
Se la **quarta fascia** è di colore **argento** la resistenza ha una tolleranza del **10%**.
Se, ad esempio, con il **codice dei colori** abbiamo ricavato un valore di **2.200 ohm** e la **quarta fascia** è di colore **oro**, la resistenza non potrà mai avere un valore **inferiore** a **2.090 ohm** o **superiore** a **2.310 ohm**, infatti:

(2.200 : 100) x 5 = 110 ohm

2.200 - 110 = 2.090 ohm
2.200 + 110 = 2.310 ohm

Se la **quarta fascia** fosse stata di colore **argento**, la resistenza non avrebbe mai avuto un valore **inferiore** a **1.980 ohm** o **superiore** a **2.420 ohm** infatti:

(2.200 : 100) x 10 = 220 ohm

2.200 - 220 = 1.980 ohm
2.200 + 220 = 2.420 ohm

Nota: ovviamente una resistenza da **2.200 ohm** con una **tolleranza** del **10%** può risultare da **2.190 ohm** oppure da **2.230 ohm**.

TABELLA N.8

Colore	1°	2°	3°	4°
Nero	=	0	=	=
Marrone	1	1	0	=
Rosso	2	2	00	=
Arancio	3	3	000	=
Giallo	4	4	0.000	=
Verde	5	5	00.000	=
Blu	6	6	000.000	=
Viola	7	7	=	=
Grigio	8	8	=	=
Bianco	9	9	=	=
Oro	=	=	divide x 10	toller. 5%
Argento	=	=	divide x 100	toller. 10%

Nella **Tabella N.8** riportiamo i valori **numerici** che ci servono per ricavare il valore **ohmico** di una resistenza in funzione dei **colori** riportati sul suo corpo con **quattro fasce**.

Come potete notare non troverete mai nella **terza fascia** i colori **viola - grigio - bianco**.
Se nella **terza fascia** appare il colore **nero**, ricordate che in questo caso non ha nessun significato. Ad esempio una resistenza da **56 ohm** ha sul corpo questi colori: **Verde** (5) - **Blu** (6) - **Nero** (=).

COME LEGGERE i CODICI COLORI

Un altro problema che incontrano i principianti è quello di **capire** da quale lato del **corpo** si deve iniziare a leggere il valore della resistenza, cioè da quale colore iniziare.
Se tenete presente che la **quarta fascia** è sempre colorata in **oro** o in **argento** (vedi **Tabella N.8**), il **colore** dal quale iniziare sarà sempre quello sul lato **opposto**.
Supponiamo però che in qualche resistenza questa **quarta** fascia si sia cancellata, oppure che si confonda il **rosso** con l'**arancio** oppure il **verde** con il **blu**.
In questi casi dovete sempre ricordare che il **numero** che otterrete deve corrispondere ad uno dei **valori standard** riportati nella **Tabella N.6**.
Provate a fare un po' di pratica "indovinando" il **valore ohmico** che hanno queste resistenze, e poi confrontate le vostre risposte con quelle che trovate di seguito.

A =	**rosso**	**rosso**	**arancio**	**oro**
B =	**argento**	**rosso**	**viola**	**giallo**
C =	**marrone**	**nero**	**nero**	**oro**
D =	**grigio**	**rosso**	**marrone**	**argento**
E =	**arancio**	**arancio**	**verde**	**oro**
F =	**marrone**	**nero**	**oro**	**oro**
G =	**giallo**	**viola**	**giallo**	**argento**

Soluzione

A = 2-2-000 (22.000 ohm tolleranza 5%).

B = una resistenza non può mai avere come **1° fascia** il colore **argento**, quindi dovrete necessariamente capovolgerla per conoscere il suo valore: **4-7-00 (4.700 ohm tolleranza 10%).**

C = 1-0-= (10 ohm tolleranza 5%).

D = 8-2-0 (820 ohm tolleranza 10%).

E = 3-3-00.000 (3.300.000 ohm = 3,3 megaohm).

F = 1-0-= (poiché la terza cifra è un **oro** che divide **x10**, la resistenza sarà da **10 : 10 = 1 ohm** con una **tolleranza del 5%).**

G = 4-7-0.000 (470.000 ohm tolleranza 10%).

RESISTENZE A FILO

Il valore delle resistenze a filo, che hanno sempre dei bassi valori ohmici, viene impresso sul loro corpo con i **numeri** (vedi fig.47).
Quindi se sul corpo appare scritto **0,12 ohm** o **1,2 ohm** oppure **10 ohm**, questo è l'esatto valore **ohmico** della resistenza.

Tenete comunque presente che se davanti al **numero** si trova la lettera **R**, questa va sostituita con lo **zero** (**0**), mentre se la **R** è inserita tra due numeri va sostituita con una **virgola** (,).
Se sul corpo appare scritto **R01** o **R12** o **R1** oppure **R10**, dovete sostituire la **R** con il numero **0,** perciò il valore di queste resistenze è di **0,01 ohm**, **0,12 ohm**, **0,1 ohm**, e **0,10 ohm**.

Nota: dire **0,1 ohm** è lo stesso che dire **0,10 ohm.**

Se invece la lettera **R** è posta tra due numeri, ad esempio **1R2** o **4R7** oppure **2R5**, dovete sostituire la **R** con una **virgola** (,) di conseguenza il valore di queste resistenze è di **1,2 ohm**, **4,7 ohm** e **2,5 ohm**.

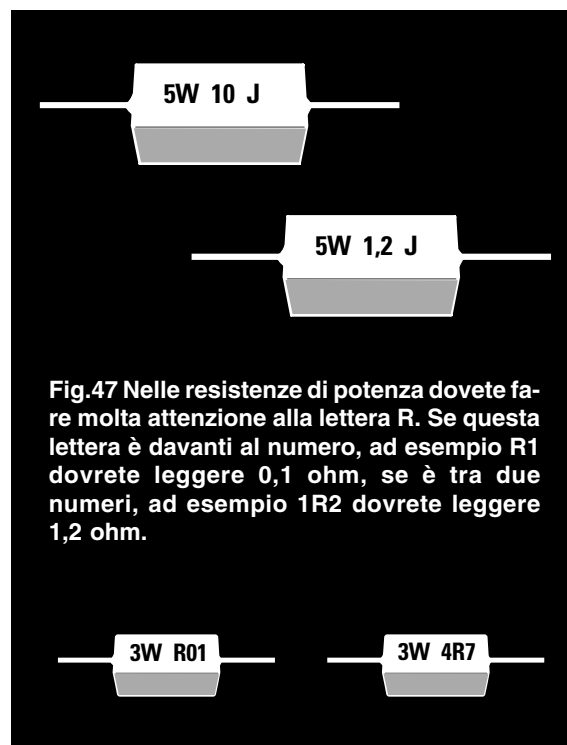
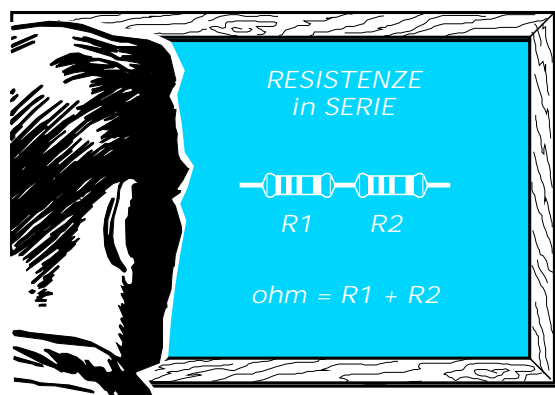



Fig.47 Nelle resistenze di potenza dovete fare molta attenzione alla lettera R. Se questa lettera è davanti al numero, ad esempio R1 dovrete leggere 0,1 ohm, se è tra due numeri, ad esempio 1R2 dovrete leggere 1,2 ohm.

RESISTENZE in SERIE o in PARALLELO

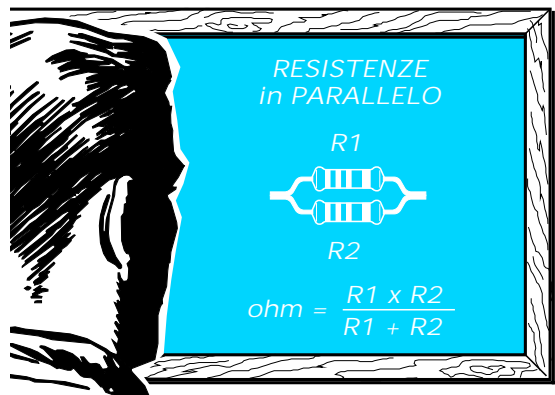
Collegando due resistenze in **serie** il valore ohmico di **R1** si **somma** al valore di **R2**.
Ad esempio, se **R1** ha un valore di **1.200 ohm** e **R2** di **1.500 ohm** otterremo una resistenza che ha questo valore:

ohm = R1 + R2

1.200 + 1.500 = 2.700 ohm

Collegando due resistenze in **parallelo** il valore ohmico **totale** risulta **inferiore** al valore ohmico della resistenza **più piccola**.
Quindi se **R1** è da **1.200 ohm** ed **R2** da **1.500 ohm** noi otterremo un valore **inferiore** a **1.200 ohm**.
La formula per conoscere quale valore si ottiene collegando in **parallelo** due resistenze è la seguente:

ohm = (R1 x R2) : (R1 + R2)

Nel nostro caso avremo una resistenza da:

(1.200 x 1.500) : (1.200 + 1.500) = 666,66 ohm

Per capire la differenza tra un collegamento in **serie** ed un collegamento in **parallelo** guardate gli esempi nelle figg.48-49.

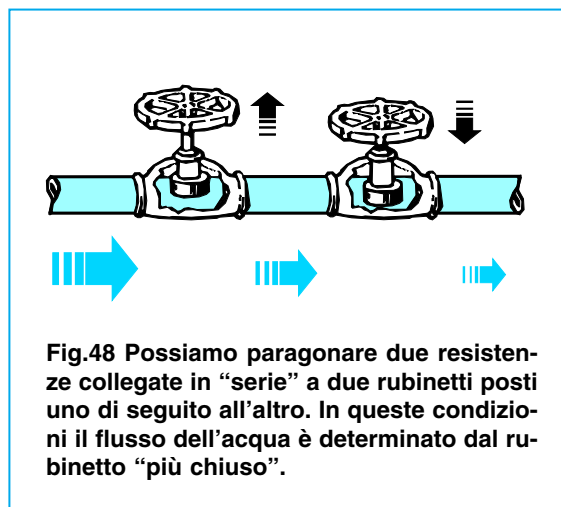



Fig.48 Possiamo paragonare due resistenze collegate in "serie" a due rubinetti posti uno di seguito all'altro. In queste condizioni il flusso dell'acqua è determinato dal rubinetto "più chiuso".

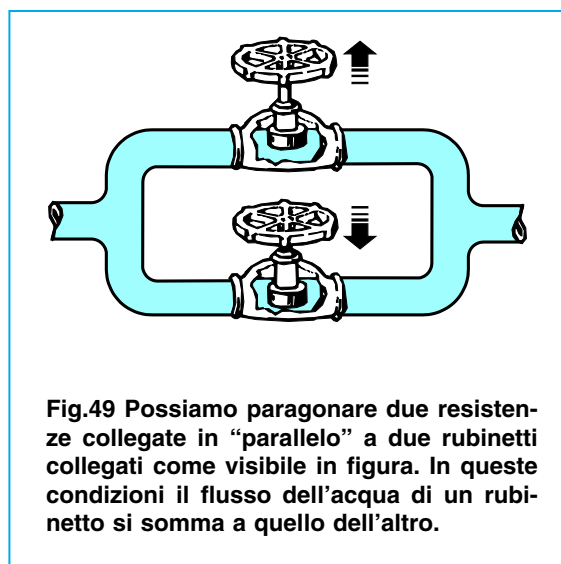
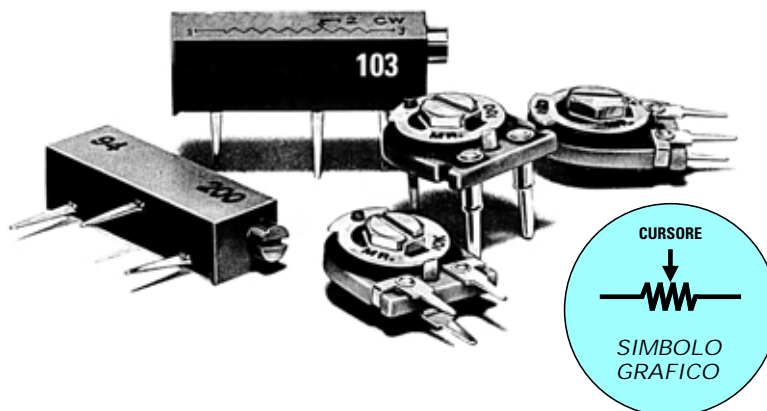



Fig.49 Possiamo paragonare due resistenze collegate in "parallelo" a due rubinetti collegati come visibile in figura. In queste condizioni il flusso dell'acqua di un rubinetto si somma a quello dell'altro.

TRIMMER

Quando in un circuito elettronico occorre una resistenza in grado di fornire in modo graduale un valore **ohmico variabile** da **0 ohm** fino al suo valore **massimo**, dobbiamo utilizzare un componente chiamato **trimmer**.
Questo componente viene raffigurato negli schemi elettrici con lo stesso simbolo di una resistenza a cui viene aggiunto una **freccia centrale** chiamata **cursore** (vedi fig.50).
Quando vedete questo simbolo sappiate che il valore ohmico della resistenza può essere **variato** da un minimo ad un massimo ruotando semplicemente il suo **cursore** da un estremo all'altro.

Fig.50 Il simbolo grafico utilizzato negli schemi elettrici per raffigurare un qualsiasi Trimmer o Potenziometro è identico a quello di una comune resistenza con l'aggiunta di una "freccia".

Un **trimmer** da **1.000 ohm** può essere **regolato** in modo da ottenere un valore di **0,5 - 1 - 2 - 3 - 10 ohm** oppure **240,3 - 536,8 ohm - 910,5 - 999,9 ohm** fino ad arrivare ad un massimo di **1.000 ohm**.
Con un **trimmer** da **47.000 ohm** potremo ottenere qualsiasi valore **ohmico** compreso tra **0** e **47.000 ohm**.

I **trimmer**, costruiti normalmente in Giappone - Taiwan - Corea - Hong Kong, sono siglati con un codice molto semplice: l'ultima cifra della sigla viene sostituita con un **numero** che indica quanti **zeri** bisogna aggiungere.

1 aggiunge **0**
2 aggiunge **00**
3 aggiunge **000**
4 aggiunge **0000**
5 aggiunge **00000**

Quindi se sul corpo del trimmer è scritto **151** l'esatto valore ohmico è di **150 ohm**.
Se è scritto **152** dopo il numero **15** dobbiamo aggiungere **due zeri**, quindi l'esatto valore ohmico è di **1.500 ohm**.
Se è scritto **223** dopo il numero **22** dobbiamo aggiungere **tre zeri**, quindi l'esatto valore ohmico è di **22.000 ohm**.

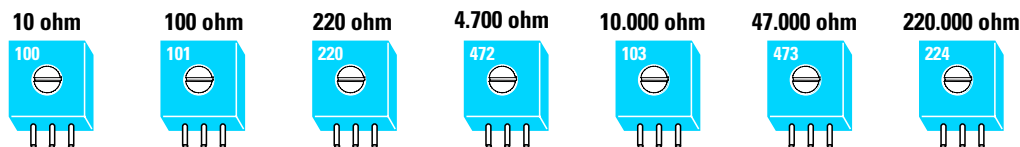



Fig.51 In quasi tutti i Trimmer il valore ohmico viene indicato utilizzando 3 numeri. I primi due numeri sono significativi mentre il 3° numero indica quanti "zeri" occorre aggiungere alle prime due cifre. Se sul corpo è stampigliato 100 il trimmer è da 10 ohm. Se è stampigliato 101 il trimmer è da 100 ohm, se è stampigliato 472 è da 4.700 ohm.

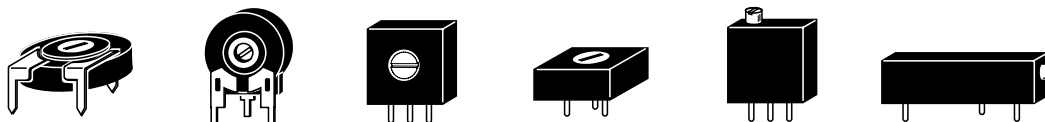



Fig.52 I trimmer possono essere reperiti con forme e dimensioni diverse e con i terminali disposti in modo da poterli montare sul circuito stampato in verticale o in orizzontale.

POTENZIOMETRI

I potenziometri hanno la stessa funzione dei **trimmer** e si differenziano da questi solo perché il loro cursore risulta collegato ad un **perno** sul quale è possibile fissare una **manopola** (vedi fig.53).

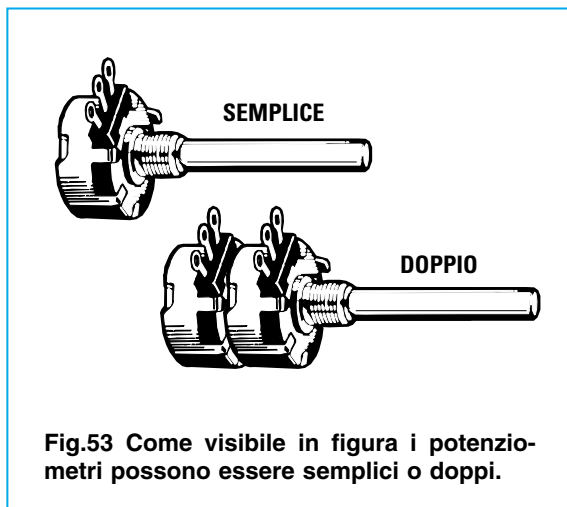



Fig.53 Come visibile in figura i potenziometri possono essere semplici o doppi.

In tutte le radio, gli amplificatori o i registratori sono presenti dei potenziometri per regolare il **volume** del **suono** ed i **toni alti** e **bassi**.
I potenziometri, **rotativi** o a **slitta** (vedi fig.54), possono essere **lineari** oppure **logaritmici**.

I potenziometri **lineari** presentano la caratteristica di variare la loro resistenza **ohmica** in modo **lineare**, mentre i potenziometri **logaritmici** la variano in modo **non lineare**.

Se ruotiamo di **1/2** giro la manopola di un potenziometro **lineare** da **10.000 ohm** e misuriamo il valore **ohmico** tra il terminale **centrale** e i due estremi, scopriremo che il suo valore risulta esattamente pari alla **metà**, cioè **5.000 ohm** e **5.000 ohm** (vedi fig.55).
Se lo ruotiamo di **3/4** di giro il suo valore ohmico risulterà tra il terminale **centrale** e quello di **destra** pari a 3/4, cioè a 7.500 ohm (vedi fig.56).

Se ruotiamo di **1/2** giro la manopola di un potenziometro **logaritmico** da **10.000 ohm** e misuriamo il valore **ohmico** tra il terminale **centrale** e i due estremi, scopriremo che il suo valore non risulta esattamente pari alla **metà**, infatti da un lato avremo **9.000 ohm** e dall'altro **1.000 ohm** (vedi fig.57).
Se lo ruotiamo di **3/4** di giro il suo valore ohmico risulterà da un lato di **3.500 ohm** e dall'altro di **6.500 ohm** (vedi fig.58).

I potenziometri **logaritmici** vengono usati per il controllo del **volume**, così da poter aumentare l'intensità del suono in modo **logaritmico**.
Infatti il nostro orecchio sente un **raddoppio** della potenza sonora solo se si **quadruplica** la potenza del suono.

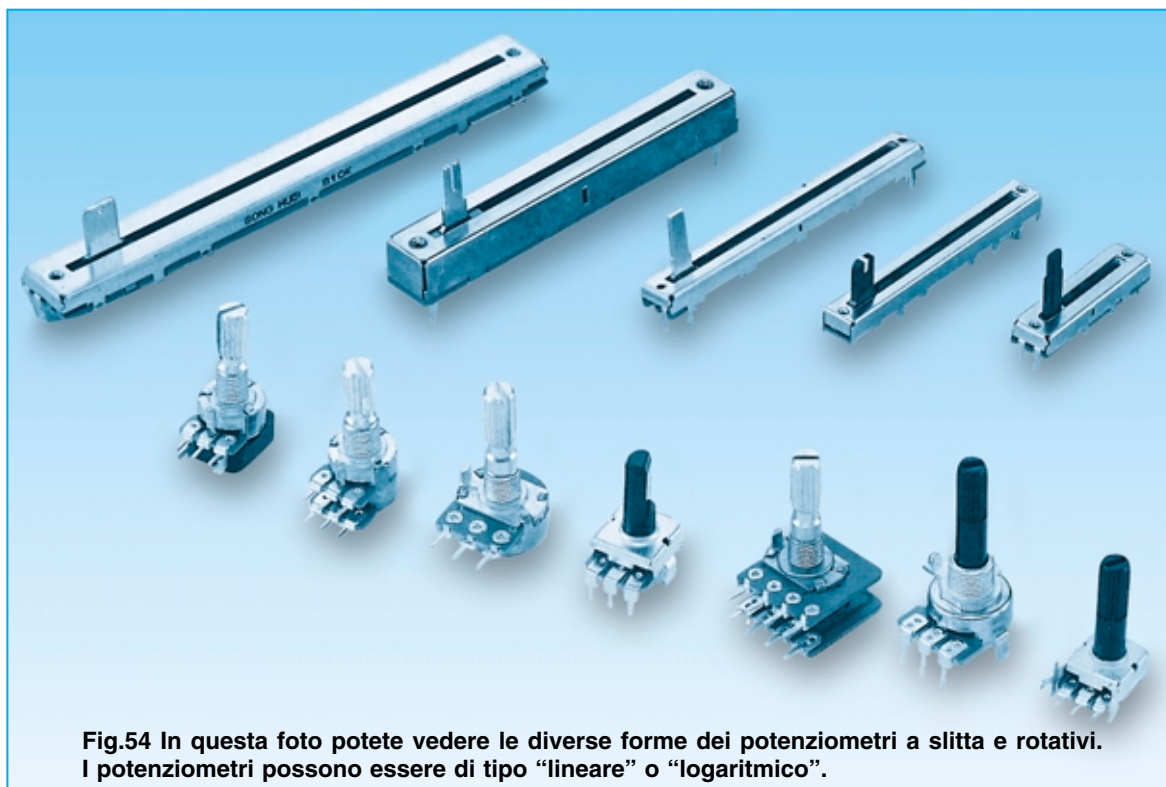



Fig.54 In questa foto potete vedere le diverse forme dei potenziometri a slitta e rotativi. I potenziometri possono essere di tipo "lineare" o "logaritmico".

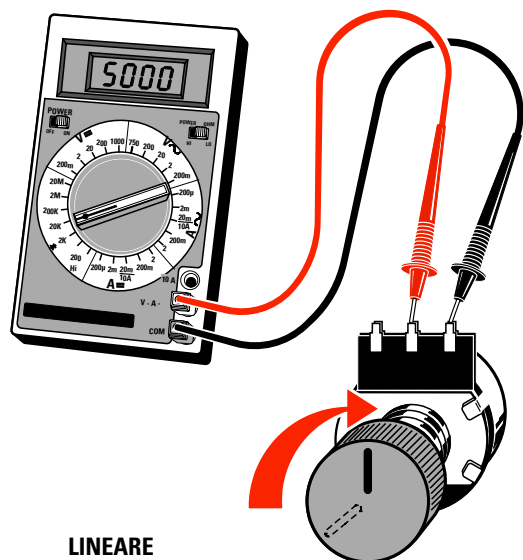
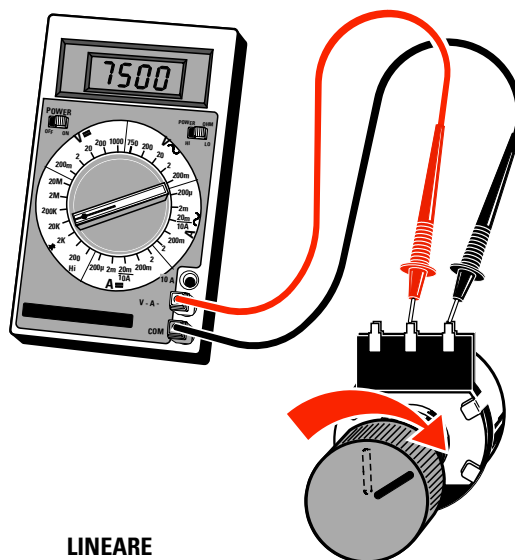



Fig.55 Ruotando a metà corsa il perno di un potenziometro "lineare", la resistenza ohmica tra il terminale centrale e i due estremi è esattamente la metà. Quindi un potenziometro da 10.000 ohm misura ai due estremi 5.000 ohm.

Fig.56 Se ruotiamo di 3/4 di giro il perno di un potenziometro "lineare" da 10.000 ohm, tra il terminale centrale e quello di destra rileveremo un valore di 7.500 ohm e tra il terminale centrale e quello di sinistra un valore di 2.500 ohm.

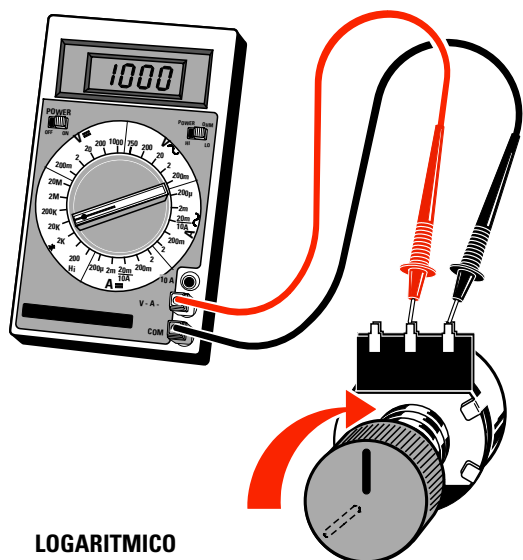
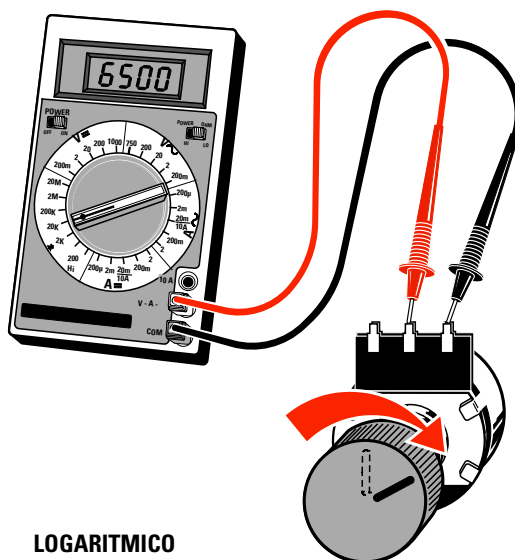



Fig.57 Ruotando a metà corsa il perno di un potenziometro "logaritmico", la resistenza ohmica tra il terminale centrale e i due estremi NON è esattamente la metà. Quindi da un lato rileveremo 9.000 ohm, dall'altro 1.000 ohm.

Fig.58 Se ruotiamo il perno di un potenziometro "logaritmico" da 10.000 ohm di 3/4 di giro, tra il terminale centrale e quello di sinistra rileveremo un valore di 3.500 ohm e tra il terminale centrale e quello di destra un valore di 6.500 ohm.

FOTORESISTENZE

Le **fotoresistenze** sono dei componenti **fotosensibili** che riescono a **variare** il loro valore **ohmico** in funzione dell'intensità di **luce** che ricevono.

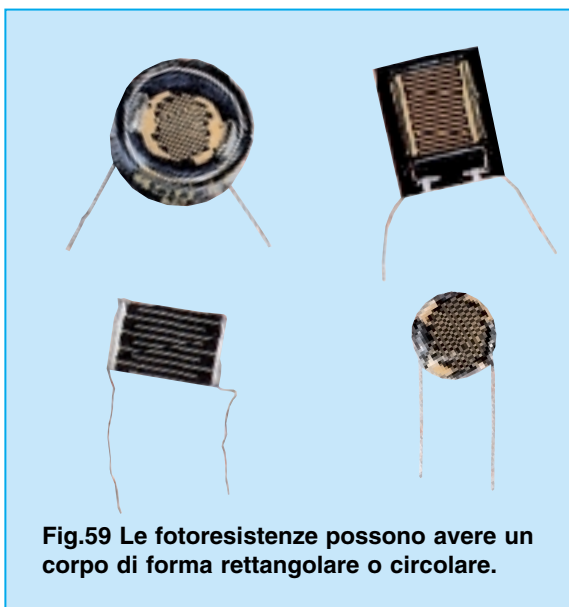



Fig.59 Le fotoresistenze possono avere un corpo di forma rettangolare o circolare.

Una **fotoresistenza** misurata al **buio** ha un valore di circa **1 megaohm**.
Se riceve un **po' di luce** il suo valore scenderà subito a **400.000 ohm**.

Se l'intensità della luce **aumenta**, il suo valore scenderà verso gli **80.000 ohm**; se riceve una **forte luce** la sua resistenza scenderà fino a **poche decine** di ohm (vedi fig.60).
Le **fotoresistenze** sono utilizzate per realizzare **automatismi** in grado di entrare in funzione quando vengono colpiti da una luce.
Per esempio su un lato delle porte di molti **ascensori** è presente una **fotoresistenza** e dal lato opposto una **lampadina** posizionata in modo da illuminare la parte sensibile della **fotoresistenza**.
Questo automatismo impedisce che la porta dell'ascensore si **chiuda** se la persona non è completamente entrata, perché il suo corpo **interrompe** il fascio di luce che colpisce la **fotoresistenza**.
Anche per accendere le **luci** di un lampione quando viene sera si usa una **fotoresistenza** collegata ad un circuito che comanda un **relè**.

Nota: non provate a collegare in serie ad una **lampadina** una **fotoresistenza** sperando che questa si accenda se illuminerete la **fotoresistenza** con una **forte luce**.
Questa condizione non si verifica mai, perché la fotoresistenza non è in grado di fornire la **corrente** richiesta per alimentare il filamento.
Nelle prossime lezioni vi insegneremo a realizzare un circuito che riesce ad accendere una **lampadina** al variare dell'intensità luminosa.

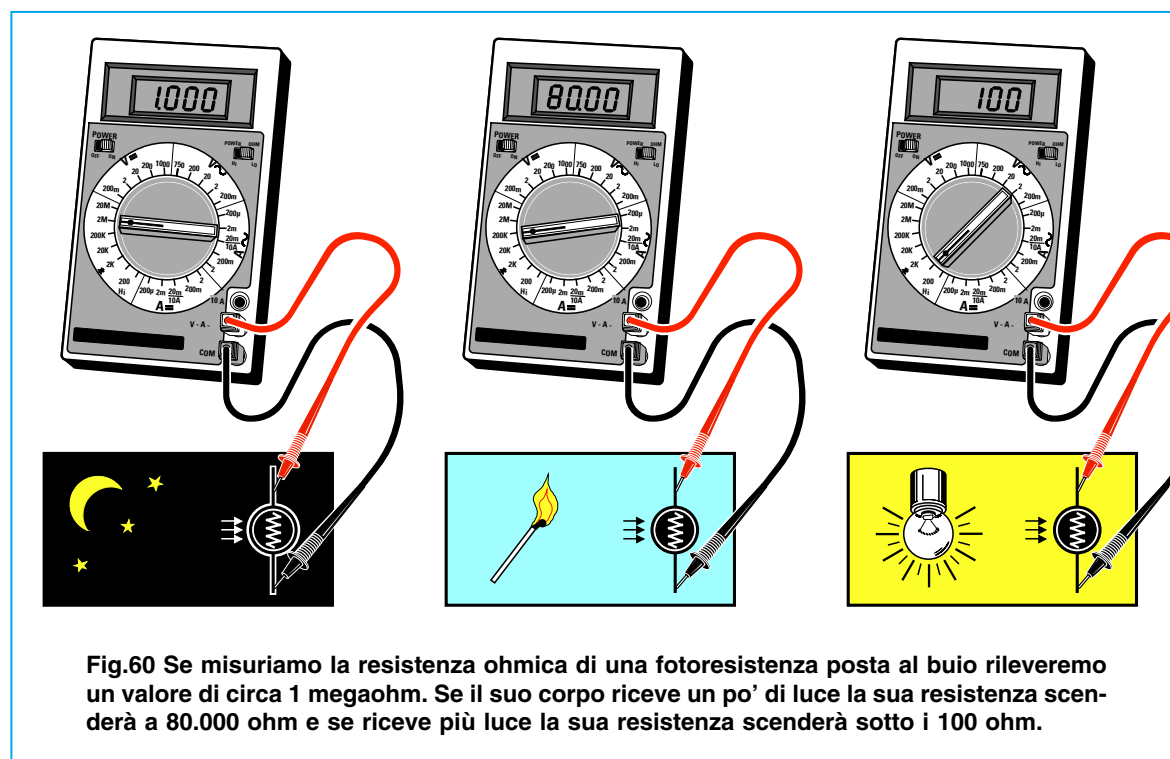



Fig.60 Se misuriamo la resistenza ohmica di una fotoresistenza posta al buio rileveremo un valore di circa 1 megaohm. Se il suo corpo riceve un po' di luce la sua resistenza scenderà a 80.000 ohm e se riceve più luce la sua resistenza scenderà sotto i 100 ohm.

2° ESERCIZIO

Anche se gli esercizi che vi proporremo nel corso delle nostre lezioni potrebbero sembrarvi elementari, vi saranno molto utili perché vi aiuteranno a memorizzare concetti teorici altrimenti difficili da ricordare.

Con questo esercizio potete vedere come si possa ridurre il flusso degli elettroni tramite una **resistenza** e di conseguenza come si riduca il valore di una tensione.
Presso un negozio di materiale elettrico acquistate una pila da **4,5 volt** ed una lampadina da **4,5 volt** oppure una di quelle lampadine da **6 volt** utilizzate nei fanali delle biciclette.
Dapprima collegate direttamente sui terminali della **pila** la lampadina che avete acquistato ed osservate la luce che emette.
Ora se collegate **una sola** resistenza da **10 ohm 1 watt** in serie alla lampadina (vedi fig.61) potete subito constatare come la sua **luminosità** si riduca.
Infatti questa resistenza **frenando** il flusso degli elettroni ha ridotto il valore della tensione che giunge sulla lampadina.
Se in **parallelo** a questa resistenza collegate una **seconda** resistenza da **10 ohm 1 watt** (vedi fig.62) la luminosità **aumenta** perché avete raddoppiato il flusso degli elettroni.
Infatti due resistenze da **10 ohm** collegate in **parallelo** danno un valore totale di:

R totale = (R1 x R2) : (R1 + R2)

(10 x 10) : (10 + 10) = 5 ohm

Se collegate queste due resistenze in **serie** (vedi fig.63) ottenete una luminosità minore rispetto alla condizione della fig.61, perché avete raddoppiato il valore ohmico della resistenza riducendo ulteriormente il flusso degli elettroni.
Infatti due resistenze da **10 ohm** collegate in **serie** danno un valore totale di:

R totale = R1 + R2

10 + 10 = 20 ohm

Raddoppiando il valore ohmico avete dimezzato il flusso degli elettroni quindi avete ridotto la tensione che giunge ai capi della lampadina.

SIMBOLI GRAFICI

Nelle pagine che seguono troverete la maggior parte dei **simboli grafici** utilizzati negli schemi elettrici.

Fig.61 Applicando una resistenza da 10 ohm 1 watt in serie ad una lampadina vedremo scendere la sua luminosità, perché la resistenza ha ridotto il flusso degli elettroni.

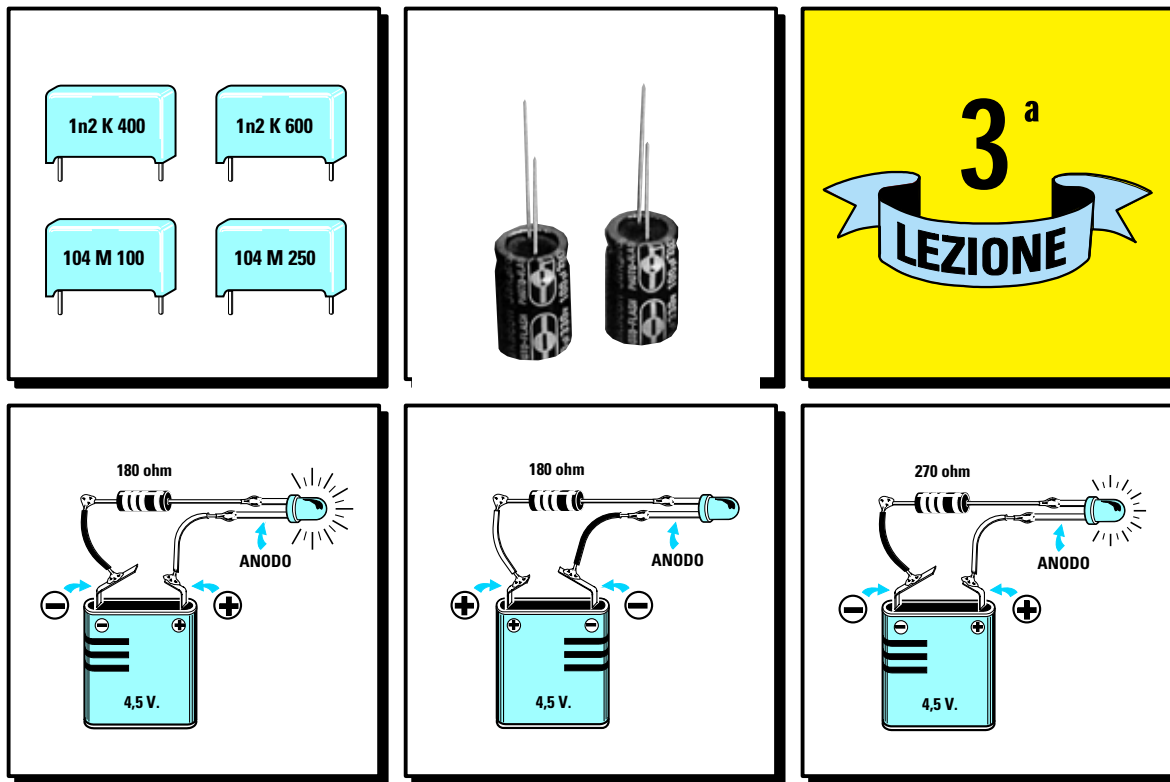
Fig.62 Se applichiamo in parallelo due resistenze da 10 ohm vedremo aumentare la luminosità della lampadina perché avremo raddoppiato il flusso degli elettroni.

Fig.63 Se applichiamo in serie due resistenze da 10 ohm vedremo ridurre notevolmente la luminosità della lampadina perché avremo dimezzato il flusso degli elettroni.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

SIMBOLO	SIGLA	DESCRIZIONE	COME SI PRESENTA
	R	RESISTENZA	
	R	TRIMMER	
	R	POTENZIOMETRO	
	FR	FOTORESISTENZA	
	C	CONDENSATORE CERAMICO o POLIEST.	
	C	COMPENSATORE	
	C	CONDENSATORE ELETTROLITICO	
A K	DS	DIODO AL SILICIO	
A K	DZ	DIODO ZENER	
A K	DV	DIODO VARICAP	
A K	DL	DIODO LED	
A K	FD	FOTODIODO TRASMITTENTE	
B C E	TR	TRANSISTOR	
G D S	FT	FET	

SIMBOLO	SIGLA	DESCRIZIONE	COME SI PRESENTA
	SCR	DIODO SCR	
	TRC	DIODO TRIAC	
	DISPLAY	DISPLAY	
	F	FUSIBILE	
	S	INTERRUTTORE	
	S	DEVIATORE	
	P	PULSANTE	
	S	DOPPIO INTERRUTTORE	
	S	DOPPIO DEVIATORE	
	S	COMMUTATORE ROTATIVO	
	RS	PONTE RADDRIZZATORE	
	T	TRASFORMATORE	

SIMBOLO	SIGLA	DESCRIZIONE	COME SI PRESENTA
	RL	RELE' 1 SCAMBIO	
	RL	RELE' 2 SCAMBI	
	L	BOBINA	
	JAF	IMPEDENZA	
	MF	MEDIA FREQUENZA	
	XTAL	QUARZO	
	FC	FILTRO CERAMICO	
	Batt.	BATTERIA	
	L	LAMPADA A FILAMENTO	
	LN	LAMPADA AL NEON	
	MIC	MICROFONO	
	CP	CICALINA PIEZOELETTRICA	
	CUF.	CUFFIE	
	AP	ALTOPARLANTE	

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

I condensatori hanno un proprio valore capacitivo espresso in **picofarad - nanofarad - microfarad** e poiché questo valore viene riportato sul loro corpo con delle **sigle** non facilmente comprensibili, per decifrarle abbiamo incluso in questa Lezione due utili Tabelle con i valori di capacità espressi in **picofarad** e con le **sigle** che si possono trovare stampigliate sui loro corpi.

Per convertire un'**unità** in un'**inferiore** o **superiore** anziché riportare le formule:

picofarad = nanofarad : 1.000
picofarad = microfarad : 1.000.000

nanofarad = picofarad x 1.000
microfarad = picofarad x 1.000.000

che potrebbero trarre in **errore** un giovane che ancora non sa che **1 nanofarad** è **1.000 volte maggiore** di **1 picofarad** e che **1 microfarad** è invece **1.000.000 volte maggiore**, abbiamo ritenuto più opportuno inserire la **Tabella N.9**.
Quindi per sapere a quanti **picofarad** corrispondono **0,47 nanofarad**, basterà moltiplicare questo valore per **1.000**, ottenendo così: **0,47 x 1.000 = 470 picofarad**.

Di conseguenza per convertire un valore di **470 picofarad** in **nanofarad** sappiamo che dobbiamo eseguire questa sola operazione: **470 : 1.000 = 0,47 nanofarad**.

CONDENSATORI = unità di misura FARAD

Fisicamente un **condensatore** è composto da due **piastre metalliche** separate tra loro da un materiale **isolante** quale potrebbe essere la **carta**, la **plastica**, la **mica**, la **ceramica**, l'**ossido di tantalio** o l'**aria**.
Quando colleghiamo un condensatore ai terminali di una **pila** che fornisce una **tensione continua**, gli **elettroni negativi** si riversano subito verso la **piastra A** nel tentativo di raggiungere il **polo positivo**, ma poiché la seconda **piastra B** risulta **isolata**, non potranno mai raggiungerlo (vedi fig.64).
Scollegando il condensatore dalla **pila**, le due **piastre** rimangono **caricate**, cioè da un lato abbiamo un **eccesso** di **elettroni negativi** che restano su tale piastra fino a quando non la cortocircuitiamo con la piastra opposta.

Se ad un condensatore colleghiamo un **generatore** di **tensione alternata** avremo un normale **flusso** di **elettroni**, come se l'isolante interposto tra le due piastre **A - B** non esistesse.
In pratica il **flusso** di **elettroni** non scorre liberamente come in un normale **conduttore**, ma incontra una **resistenza** che risulta proporzionale alla **capacità** del condensatore ed alla **frequenza** della tensione alternata applicata ai suoi capi.
Maggiore è la **capacità** del condensatore e la **frequenza** della **tensione alternata**, più elettroni potranno scorrere da una piastra all'altra.
Guardando le figg.65-66-67 comprenderete meglio come la **tensione alternata** riesca a passare tra queste due **piastre** separate da un **isolante**.

Quando il filo collegato all'**alternatore** ha polarità **negativa**, i suoi **elettroni** si riversano sulla **piastra A**, e, come avveniva per la **tensione continua**, non potendo raggiungere la **piastra B** per la presenza dell'isolante, si accumulano sulla **piastra A** (vedi fig.65).
Poiché la **tensione alternata** cambia velocemente di **polarità**, quando il filo collegato all'**alternatore** da **negativo** diventa **positivo**, gli elettroni che si erano accumulati sulla **piastra A** ritornano verso il **polo positivo** dell'alternatore (vedi fig.66).
L'opposto filo, la cui polarità da **positiva** è ora diventata **negativa**, riversa i suoi elettroni sull'opposta **piastra B** dove si accumulano.
Quando l'**alternatore** cambia nuovamente la **polarità**, il filo **positivo** diventa **negativo** quindi gli elettroni si riversano sulla **piastra A** e qui si accumulano, mentre quelli che si erano accumulati sulla **piastra B** ritornano verso il **polo positivo** dell'alternatore (vedi fig.67).

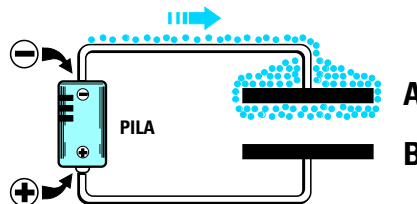



Fig.64 Applicando ai capi di un condensatore una tensione "continua", gli elettroni Negativi si accumulano sulla piastra A, ma non potranno raggiungere la piastra B perché risulta isolata.

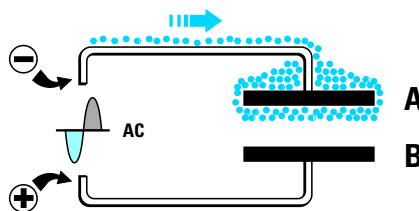



Fig.65 Applicando ai capi di un condensatore una tensione "alternata", gli elettroni Negativi si accumulano sempre sulla piastra A, ma non potranno raggiungere la piastra positiva B.

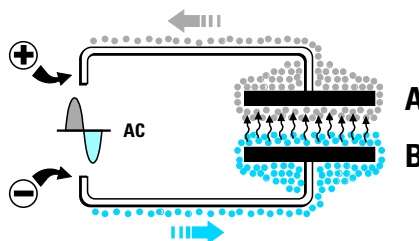



Fig.66 Quando la tensione "alternata" inverte la sua polarità, gli elettroni accumulati sulla piastra A si riversano sul conduttore Positivo e l'opposta piastra B si carica di elettroni negativi.

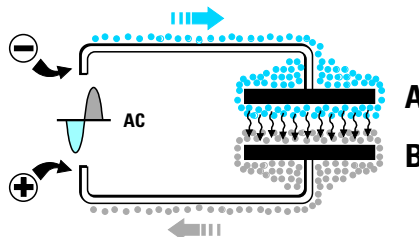
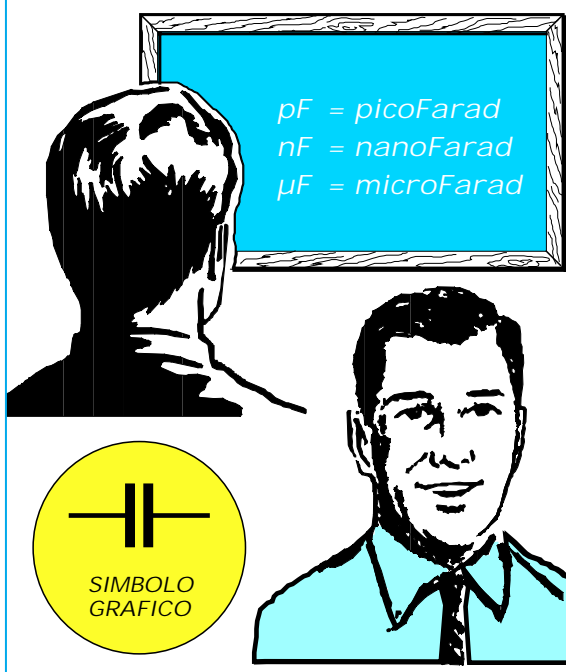



Fig.67 Quando la tensione alternata inverte la sua polarità, gli elettroni accumulati sulla piastra B si riversano sul conduttore Positivo e l'opposta piastra A si carica di elettroni negativi.

Nota: poiché nelle tastiere e nelle macchina da scrivere non sempre è presente il tasto della lettera greca µ, spesso si sostituisce questa lettera con la **m** minuscola. Quindi se in un elenco componenti trovate scritto **mF** significa che l'unità di misura è il **microfarad**.

L'unità di misura utilizzata per i **condensatori** è il **farad**, ma poiché non esiste un condensatore che abbia una capacità così elevata si utilizzano i suoi sottomultipli.

TABELLA N.9 CONVERSIONE Capacitˆ

picoFarad	: 1.000	→	nanoFarad
picoFarad	: 1.000.000	→	microFarad
nanoFarad	: 1.000	→	microFarad
nanoFarad	x 1.000	→	picoFarad
microFarad	x 1.000	→	nanoFarad
microFarad	x 1.000.000	→	picoFarad

ESEMPI

470 picoFarad corrispondono a :
470 : 1.000 = 0,47 nanoFarad

0,1 microFarad corrispondono a :
0,1 x 1.000.000 = 100.000 picoFarad

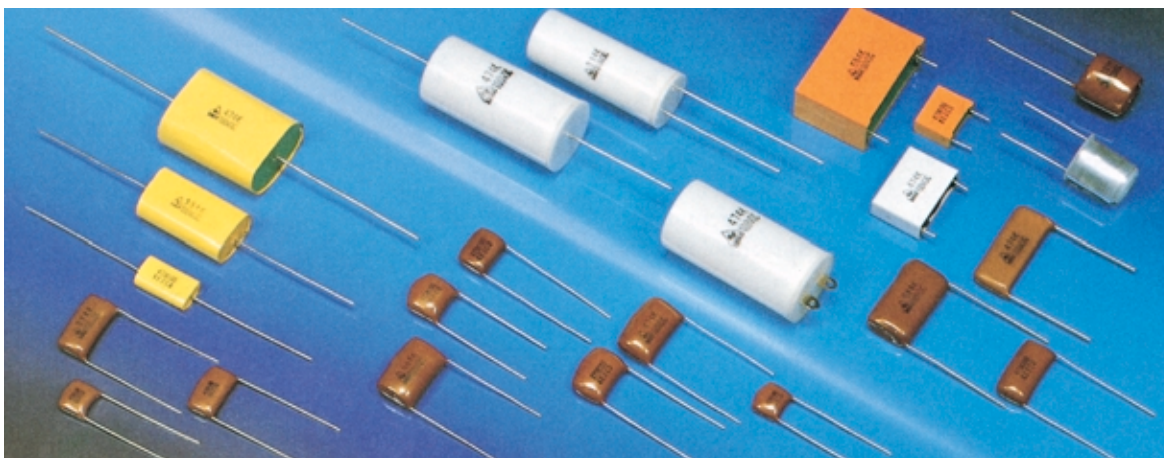



Fig.68 Sebbene i condensatori Poliesteri abbiano dimensioni diverse, sono chiamati così perché le due piastre A/B sono isolate da una pellicola di materiale plastico.

Fig.69 I condensatori Ceramici sono chiamati così perché l'isolante che separa le due piastre A/B è di ceramica.

TABELLA N.10 - VALORI STANDARD dei CONDENSATORI

In commercio non trovate qualsiasi valore di **capacità**, ma solo questi valori **standard**.

1,0 pF	10 pF	100 pF	1.000 pF	10.000 pF	100.000 pF	1,0 microF
1,2 pF	12 pF	120 pF	1.200 pF	12.000 pF	120.000 pF	1,2 microF
1,5 pF	15 pF	150 pF	1.500 pF	15.000 pF	150.000 pF	1,5 microF
1,8 pF	18 pF	180 pF	1.800 pF	18.000 pF	180.000 pF	1,8 microF
2,2 pF	22 pF	220 pF	2.200 pF	22.000 pF	220.000 pF	2,2 microF
2,7 pF	27 pF	270 pF	2.700 pF	27.000 pF	270.000 pF	2,7 microF
3,3 pF	33 pF	330 pF	3.300 pF	33.000 pF	330.000 pF	3,3 microF
3,9 pF	39 pF	390 pF	3.900 pF	39.000 pF	390.000 pF	3,9 microF
4,7 pF	47 pF	470 pF	4.700 pF	47.000 pF	470.000 pF	4,7 microF
5,6 pF	56 pF	560 pF	5.600 pF	56.000 pF	560.000 pF	5,6 microF
6,8 pF	68 pF	680 pF	6.800 pF	68.000 pF	680.000 pF	6,8 microF
8,2 pF	82 pF	820 pF	8.200 pF	82.000 pF	820.000 pF	8,2 microF

CODICE dei CONDENSATORI

La capacità di un condensatore viene riportata sul suo involucro con un **numero** che ai principianti potrebbe apparire **indecifrabile**.
Poiché ogni Industria utilizza un suo metodo per indicare il valore della capacità, nelle **Tabelle N.11** e **N.12** abbiamo riportato tutte le **sigle** che potrete trovare stampigliate sul corpo di qualsiasi condensatore.
Cercando in queste colonne la sigla presente sul vostro condensatore, potrete subito conoscere la sua esatta capacità espressa in **picofarad**.

Codice americano

I valori di capacità compresi tra **1 pF** e **8,2 pF** vengono impressi sul corpo del condensatore sostituendo la **virgola** con un **punto**.
Il valore delle capacità comprese tra **10 pF** e **820 pF** viene scritto senza riportare la sigla **pF**.
Per le capacità comprese tra **1.000 pF** e **820.000 pF** viene utilizzata l'unità di misura **microfarad**, ma al posto di **0,** viene messo un **punto**.
Pertanto se sul corpo appare **.0012** o **.01** o **.1** o **.82** dovrete leggere **0,0012 microfarad**, **0,01 microfarad**, **0,1 microfarad** e **0,82 microfarad**.

Codice europeo

I valori di capacità compresi tra **1 pF** e **8,2 pF** vengono scritti sostituendo la **virgola** con la lettera **p**.
Se quindi sul corpo appare **1p0** o **1p5** o **2p7** dovrete leggere **1,0 - 1,5 - 2,7 picofarad.**
I valori delle capacità comprese tra **10 pF** e **82 pF** vengono segnalati senza riportare la sigla **pF.**
Per le capacità comprese tra **100 pF** e **820 pF** viene utilizzata l'unità di misura **nanofarad** ponendo davanti al numero la lettera **n**.
Pertanto se sul corpo appare **n15** o **n22** o **n56** dovrete leggere **0,15 - 0,22 - 0,56 nanofarad**.
Per le capacità comprese tra **1.000 pF** e **8.200 pF** la lettera **n** posta dopo il numero equivale ad una **virgola**.
Pertanto se sul corpo appare **1n** o **1n2** o **3n3** o **6n8** dovrete leggere **1,0 - 1,2 - 3,3 - 6,8 nanofarad**, equivalenti a **1.000 - 1.200 - 3.300 - 6.800 picofarad**.
Per le capacità comprese tra **10.000 pF** e **820.000 pF** la lettera **n** viene posta sempre dopo il numero ed indica soltanto che la misura è espressa in nanofarad.
Se quindi sul corpo appare **10n** o **56n** o **100n** dovrete leggere **10 - 56 - 100 nanofarad**, equivalenti a **10.000 - 15.000 - 100.000 picofarad**.

Le Industrie tedesche preferiscono usare per le capacità comprese tra i **1.000** e gli **8.200 pF** l'unità di misura **microfarad** ponendo davanti al numero la lettera **u** o la lettera **m**.
Pertanto se sul corpo appare **u0012** o **u01** o **u1** o **u82** dovrete leggere **0,0012 microfarad**, **0,01 microfarad**, **0,1 microfarad** e **0,82 microfarad**.

Codice asiatico

I valori di capacità compresi tra **1 pF** e **82 pF** si scrivono per esteso senza riportare sulla destra la sigla **pF.**
Nelle capacità comprese tra **100 pF** e **820 pF** l'ultimo **0** viene sostituito con il numero **1** per indicare che dopo i primi due numeri occorre inserire **un solo zero.**
Per le capacità comprese tra **1.000 pF** e **8.200 pF** gli ultimi due **0** vengono sostituiti con il numero **2**

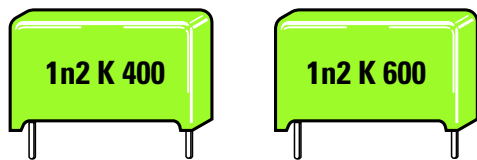



Fig.70 La sigla "1n2" significa che questi condensatori hanno una capacità di 1.200 pF (vedi fig.84). La lettera "K" indica una tolleranza del "10%" ed i numeri 400 - 600 indicano i volt massimi di lavoro.

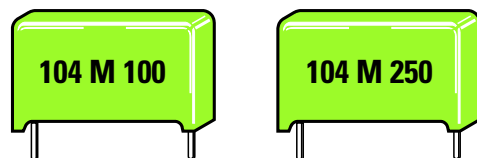



Fig.71 Il numero "104" significa che questi condensatori hanno una capacità di 100.000 pF (vedi fig.84). La lettera "M" indica una tolleranza del "20%" ed i numeri 100 - 250 i volt massimi di lavoro.

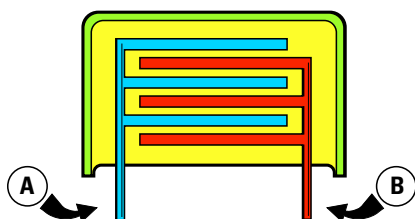



Fig.72 Lo spessore della pellicola isolante interposta tra le due piastre A - B determina i volt massimi di lavoro. Più piastre A - B sono presenti nel condensatore, più elevata sarà la sua capacità.

per indicare che dopo i primi due numeri occorre inserire **due zeri.**
Per le capacità comprese tra **10.000 pF** e **82.000 pF** gli ultimi tre **0** vengono sostituiti con il numero **3** per indicare che dopo i primi due numeri occorre inserire **tre zeri.**
Per le capacità comprese tra **100.000 pF** e **820.000 pF** gli ultimi quattro **0** vengono sostituiti con il numero **4** per indicare che dopo i primi due numeri occorre inserire **quattro zeri**.
Pertanto se sul corpo appare **101** il condensatore ha una capacità di **100 pF**, se appare **152** ha una capacità di **1.500 pF**, se appare **123** ha una capacità di **12.000 pF** e se appare **104** ha una capacità di **100.000 pF**.

NOTA IMPORTANTE

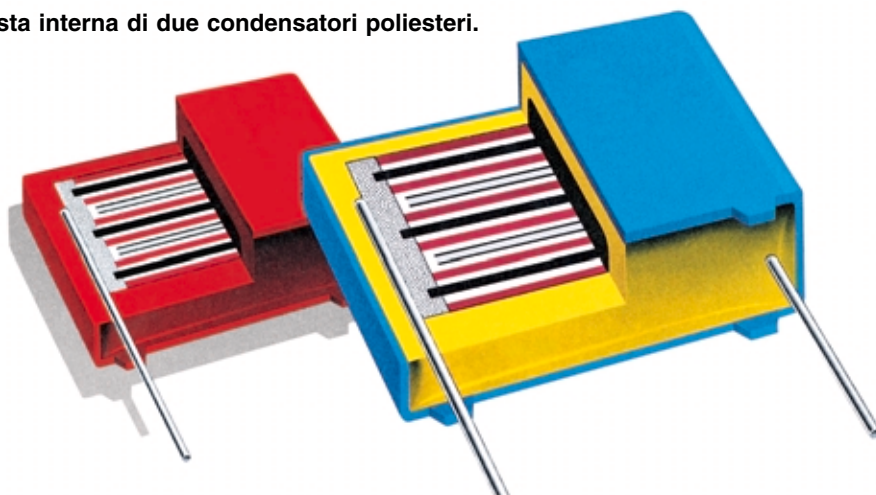
Sul corpo dei condensatori possono essere riportate dopo la capacità le tre lettere **M - K - J** seguite da numeri, ad esempio:

104 M 100 - 104 K 100

Queste lettere non vengono utilizzate come molti credono per indicare l'unità di misura **microfarad** o **kilofarad**, ma soltanto per indicare la **tolleranza**.

M = **tolleranza** inferiore al **20%**
K = **tolleranza** inferiore al **10%**
J = **tolleranza** inferiore al **5%**

Il numero che segue indica invece il valore della **tensione** massima che possiamo applicare ai suoi capi.
Quindi **100** significa che la massima tensione che possiamo applicare a questi condensatori è di **100 Volt continua**.

Fig.73 Vista interna di due condensatori poliesteri.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

COMPENSATORI

Quando in un circuito elettronico occorre una **capacità variabile** in grado di fornire un valore che da pochi **picofarad** possa arrivare fino a diverse **centinaia** di **picofarad** bisogna utilizzare un componente chiamato **compensatore** (vedi fig.74).

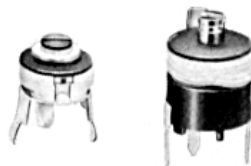



Fig.74 Simbolo grafico di un compensatore. La freccia posta sul simbolo indica che la sua capacità è variabile.

Questo componente viene disegnato negli schemi elettrici con lo stesso simbolo di un condensatore con l'aggiunta di una **freccia centrale** (vedi fig.74) per far capire che è possibile **variare** la sua capacità ruotando semplicemente il suo **perno** da un estremo all'altro.
Un **compensatore** da **100 picofarad** può essere **regolato** in modo da ottenere un valore di **3 - 5 - 8 picofarad** oppure di **24 - 30 - 40 - 55 - 78 picofarad** fino ad arrivare ad un massimo di **100 picofarad**.
I compensatori possano raggiungere un valore **massimo** di circa **200 picofarad**, ma nella maggioranza dei casi troverete dei compensatori con basse capacità, che non superano mai i **10 - 20 - 30 - 50 - 80 picofarad**.
Maggiore è la **dimensione** delle due piastre e più **sottile** è lo **spessore** dello strato **isolante** che le separa, **maggiore** è la capacità che si riesce a raggiungere.
Molti anni fa erano reperibili mastodontici **condensatori variabili** (vedi fig.75) che servivano per variare la sintonia nelle radio riceventi. Oggi questi **condensatori variabili** sono stati sostituiti dai microscopici **diodi varicap**.

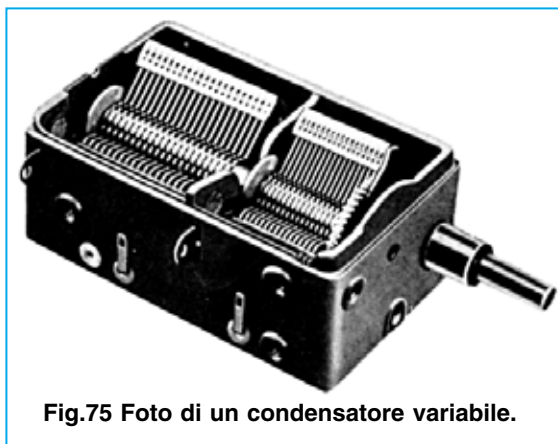



Fig.75 Foto di un condensatore variabile.

CONDENSATORI ELETTROLITICI

Oltre ai condensatori **poliesteri** in molti schemi troverete dei condensatori contrassegnati dal segno **+** chiamati **elettrolitici** (vedi fig.78).
Le differenze tra i due tipi di condensatori consistono nell'**isolante** che separa le due armature e nella **capacità massima** che si riesce ad ottenere.
Nei condensatori **poliesteri** per separare le due armature **metalliche** si utilizzano dei sottilissimi fogli di isolante plastico, ma le loro **capacità** non superano mai gli **1 - 2 microfarad**.
Nei condensatori **elettrolitici** per separare le due armature **metalliche** si utilizzano dei sottilissimi fogli di isolante **poroso** imbevuti di un liquido elettrolitico.

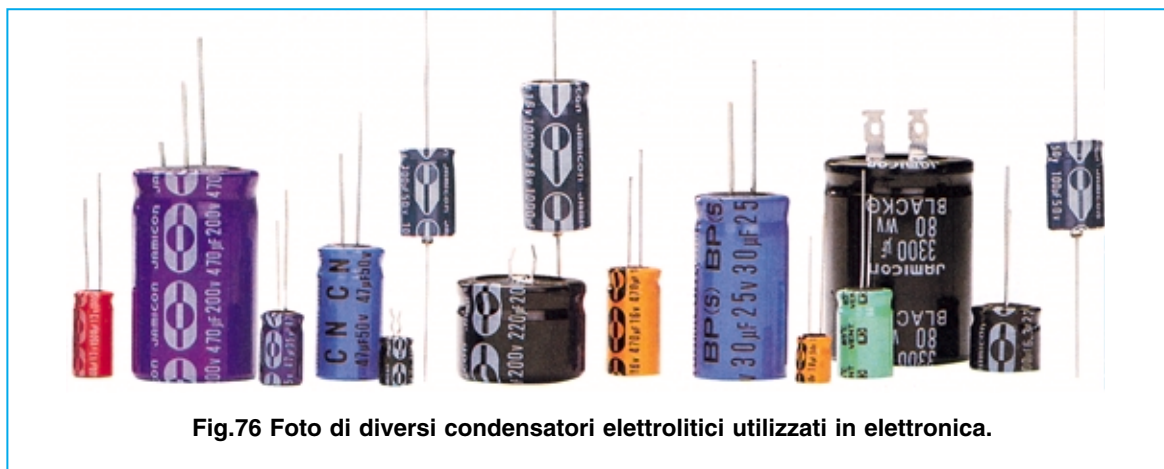



Fig.76 Foto di diversi condensatori elettrolitici utilizzati in elettronica.

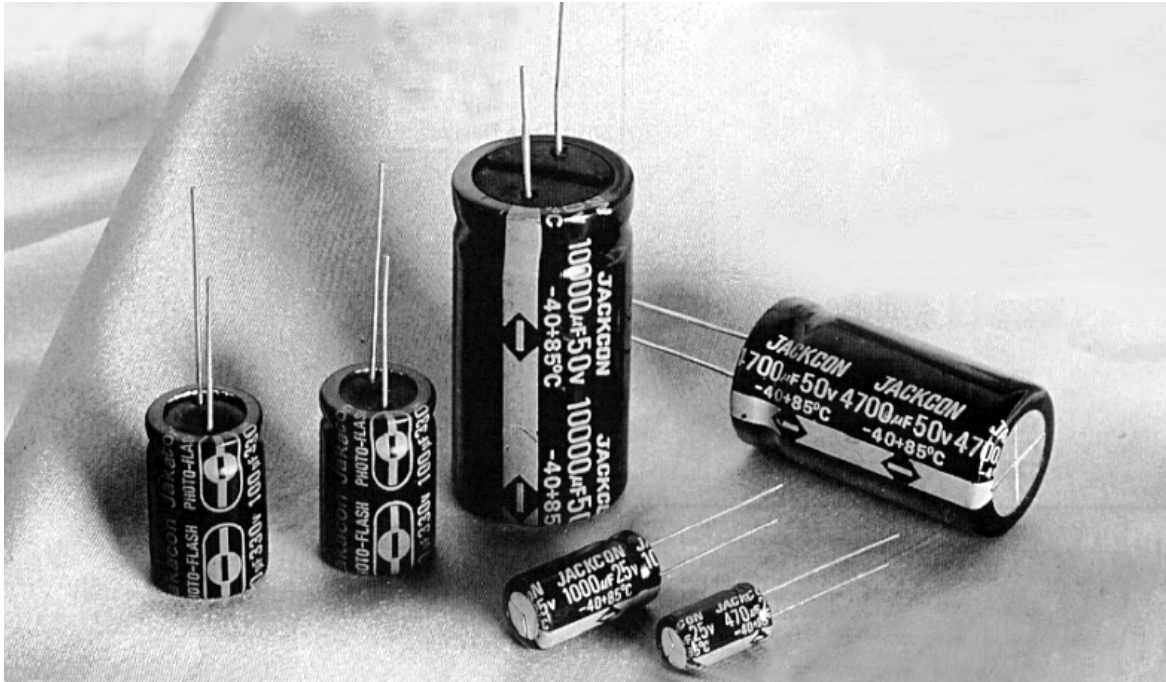



Fig.77 In un condensatore elettrolitico sono sempre presenti un terminale Positivo ed uno Negativo. Sul corpo viene normalmente contrassegnato il solo terminale "negativo". Il terminale "positivo" si riconosce perché risulta "più lungo" (vedi fig.78).

In questo modo si riescono ad ottenere delle **elevate capacità**, ad esempio **10 - 33 - 100 - 470 - 2.200 - 4.700 - 10.000 microfarad**, pur mantenendo molto ridotte le loro dimensioni.
L'unico inconveniente che hanno i condensatori **elettrolitici** è quello di risultare **polarizzati** e per questo motivo i loro due terminali sono contrassegnati dal segno **negativo** e dal segno **positivo**, come nelle **pile**.
Inserendo questi condensatori in un circuito elettronico dovete sempre rivolgere il terminale **positivo** sulla tensione **positiva** di alimentazione ed il terminale **negativo** sulla tensione **negativa**.
Se **invertite** la polarità dei due terminali il condensatore si **danneggia** e, se le tensioni di alimentazione sono molto elevate, il condensatore può anche **scoppiare**.

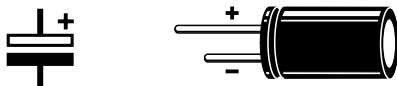



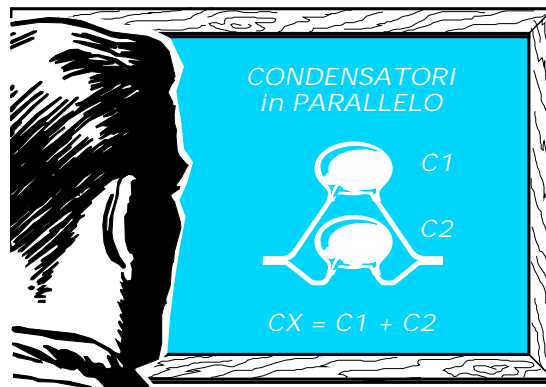
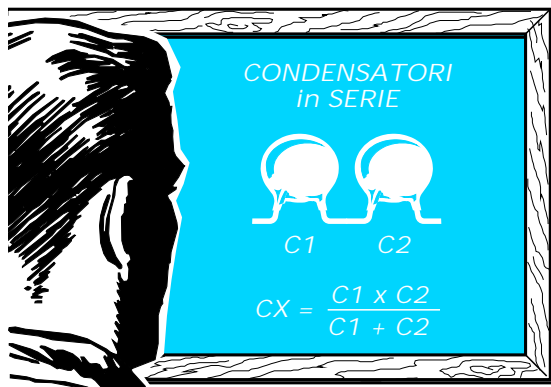
Fig.78 Simbolo grafico utilizzato per indicare i condensatori elettrolitici. La piastra positiva è di colore "bianco".

Su tutti i condensatori **elettrolitici** è riportato il valore della **tensione di lavoro** che non deve mai essere superato per evitare che gli elettroni possano **perforare** la pellicola **isolante** interposta tra le **piastre**.
In commercio è possibile reperire dei condensatori da **10 - 16 - 20 - 25 - 35 - 63 - 100 - 250 - 400 volt lavoro**.
Un condensatore da **100 volt lavoro** può venire utilizzato anche in tutti i circuiti che funzionano con una tensione di **9 volt**, ma **non** potremo mai utilizzarlo in un circuito che funziona con una tensione di **110 volt**.

CONDENSATORI in SERIE o in PARALLELO

Collegando due condensatori in **serie** (vedi fig.79) il valore della capacità che otteniamo risulta **inferiore** al valore che ha il condensatore di capacità **più piccolo**.
Quindi se **C1** ha un valore di **8.200 picofarad** e **C2** ha un valore di **5.600 picofarad**, otterremo un valore **inferiore** a **5.600 pF**.
La formula da utilizzare per conoscere quale valore si ottiene collegando in **serie** due condensatori è la seguente:

picofarad = (C1 x C2) : (C1 + C2)

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Nel nostro caso otterremo una capacità di:

(8.200 x 5.600) : (8.200 + 5.600) = 3.327 pF

Collegando due condensatori in **parallelo** (vedi fig.81) il valore della capacità **C1** si **somma** al valore di **C2**.
Quindi se **C1** ha un valore di **8.200 pF** e **C2** ha un valore di **5.600 pF** otteniamo una capacità **totale** di:

picofarad = C1 + C2

vale a dire una capacità di:

8.200 + 5.600 = 13.800 picofarad

Anche i condensatori **elettrolitici** si possono collegare in **serie** ed in **parallelo** rispettando però sempre la polarità dei loro terminali.
Per collegare in **serie** due **elettrolitici** (vedi fig.80) il terminale **negativo** del primo condensatore va collegato al terminale **positivo** del secondo condensatore.
In questo modo è come se **aumentassimo** la distanza dell'isolante che separa le due **piastre terminali**: la capacità si **riduce**, ma in compenso **aumenta** il valore della **tensione di lavoro.**
Pertanto se colleghiamo in **serie** due condensatori da **47 microfarad 100 volt lavoro** otteniamo una capacità di **23,5 microfarad** con una tensione di **200 volt lavoro**.
Per collegare in **parallelo** due **elettrolitici** (vedi fig.82) il terminale **positivo** del primo condensatore va collegato al terminale **positivo** del secondo condensatore.
In questo modo è come se **aumentassimo** le dimensioni delle due **piastre** senza variare la distanza dell'isolante: **aumenta** la capacità, ma la **tensione di lavoro** rimane invariata.
Pertanto se colleghiamo in parallelo due condensatori da **47 microfarad 100 volt lavoro** otteniamo una capacità di **94 microfarad** con una tensione di **100 volt lavoro**.

Fig.79 Collegando in "serie" due condensatori otteniamo una capacità totale "inferiore" al valore della capacità del condensatore più piccolo.

Fig.81 Collegando in "parallelo" due condensatori poliesteri o ceramici otteniamo una capacità pari alla "somma" del valore di C1 più il valore di C2.

Fig.80 Per collegare in "serie" due elettrolitici, il terminale Negativo del primo condensatore va collegato al Positivo del secondo.

Fig.82 Per collegare in "parallelo" due elettrolitici il terminale + di C1 va collegato al terminale + di C2 e le due capacità si sommano.

Fig.83 Sul corpo dei condensatori Ceramici le capacità possono essere espresse in "picofarad" o "nanofarad". Poiché non tutti sanno decifrare i numeri stampigliati sui loro corpi, abbiamo riportato a fianco il rispettivo valore espresso in "picofarad".

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

TABELLA n.12 condensatori POLIESTERI

pF				pF			
1.000 pF	102	1n	.001	10.000 pF	103	10n	.01
1.200 pF	122	1n2	.0012	12.000 pF	123	12n	.012
1.500 pF	152	1n5	.0015	15.000 pF	153	15n	.015
1.800 pF	182	1n8	.0018	18.000 pF	183	18n	.018
2.200 pF	222	2n2	.0022	22.000 pF	223	22n	.022
2.700 pF	272	2n7	.0027	27.000 pF	273	27n	.027
3.300 pF	332	3n3	.0033	33.000 pF	333	33n	.033
3.900 pF	392	3n9	.0039	39.000 pF	393	39n	.039
4.700 pF	472	4n7	.0047	47.000 pF	473	47n	.047
5.600 pF	562	5n6	.0056	56.000 pF	563	56n	.056
6.800 pF	682	6n8	.0068	68.000 pF	683	68n	.068
8.200 pF	822	8n2	.0082	82.000 pF	823	82n	.082

Fig.84 Sul corpo dei condensatori Poliesteri le capacita possono essere espresse in "picofarad", "nanofarad" o "microfarad". Per decifrare i numeri e le sigle stampigliate sui loro corpi abbiamo riportato a fianco il rispettivo valore espresso in "picofarad".

100.000 pF	104	100n	.1
120.000 pF	124	120n	.12
150.000 pF	154	150n	.15
180.000 pF	184	180n	.18
220.000 pF	224	220n	.22
270.000 pF	274	270n	.27
330.000 pF	334	330n	.33
390.000 pF	394	390n	.39
470.000 pF	474	470n	.47
560.000 pF	564	560n	.56
680.000 pF	684	680n	.68
820.000 pF	824	820n	.82

Le sigle M - K - J riportate dopo il valore della capacità indicano la "tolleranza":
M = 20%   K = 10%   J = 5%.

TOLLERANZE RESISTENZE e CAPACITÀ

Tutte le **resistenze**, i **condensatori** e qualsiasi componente elettronico escono dalla produzione con una **tolleranza.**
Le resistenze a **carbone** possono raggiungere delle **tolleranze** del **5 - 10%.**
I condensatori **poliesteri** e **ceramici** possono raggiungere delle **tolleranze** del **10% - 20%.**
I condensatori **elettrolitici** possono raggiungere delle **tolleranze** del **40 - 50%.**
Queste **tolleranze** non pregiudicano il funzionamento di una apparecchiatura, perché già in fase di progettazione si prevede che un circuito possa ugualmente funzionare anche se i componenti utilizzati hanno un valore del **10%** o del **20%** in più o in meno di quanto consigliato.
Quando misurerete una **resistenza** dichiarata dal Costruttore da **10.000 ohm** non dovrete meravigliarvi se il suo **reale** valore risulterà di **9.000 ohm** oppure di **11.000 ohm.**
Lo stesso vale per i **condensatori**. Una capacità dichiarata dal Costruttore da **15.000 picofarad** può avere un valore **reale** variabile da un **minimo** di **13.500 picofarad** fino ad un **massimo** di **16.500 picofarad**.

Fig.85 Tutti i componenti hanno una loro tolleranza, quindi non meravigliatevi se una resistenza da 15.000 ohm ha un valore compreso tra 14.250 e 15.750 ohm.

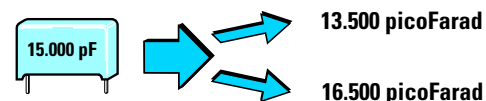



Fig.86 Un condensatore da 15.000 picofarad con una tolleranza del 10% può in pratica presentare un valore compreso tra 13.500 picofarad e 16.500 picofarad.

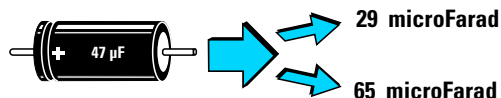



Fig.87 I condensatori elettrolitici hanno delle tolleranze comprese tra il 40 - 50% quindi una capacità dichiarata di 47 mF può risultare in pratica di 29 o di 65 mF.

DIODI AL SILICIO

I diodi al silicio sono raffigurati graficamente con il simbolo visibile in fig.88.
Questi diodi si presentano come dei piccoli cilindretti in plastica o in vetro provvisti di due terminali, uno chiamato **Catodo** e l'altro chiamato **Anodo.**
Su una sola estremità del loro corpo troviamo una sottile **fascia nera** oppure **bianca** che ci indica da quale lato fuoriesce il terminale chiamato **Catodo.**

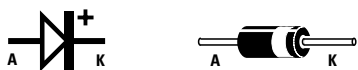



Fig.88 Negli schemi elettrici il "diodo" viene indicato con il simbolo visibile sulla sinistra. La fascia colorata posta sul corpo del diodo indica il terminale Catodo.

Il diodo conduce se colleghiamo il **positivo** di una tensione continua sul suo **Anodo** (vedi fig.91) e **non conduce** se il positivo viene applicato sul suo **Catodo** (vedi fig.92).

I diodi vengono utilizzati in elettronica per **raddrizzare** una **tensione alternata**, cioè per prelevare da una sua estremità le sole semionde **positive** oppure quelle **negative**.

Se sul terminale **Anodo** di un diodo applichiamo una **tensione alternata**, dal terminale opposto, cioè dal suo **Catodo**, preleviamo le sole **semionde positive** (vedi fig.89).
Se sul terminale **Catodo** di un diodo applichiamo una **tensione alternata**, dal terminale opposto, cioè dal suo **Anodo**, preleviamo le sole **semionde negative** (vedi fig.90).

Esistono diodi in grado di raddrizzare delle tensioni non **maggiori** di **50 volt** e di lasciar passare **correnti** che non superino gli **0,1 amper**, altri in grado di raddrizzare tensione **maggiori** di **50 - 100 volt** e di lasciar passare **correnti** sull'ordine dei **5 amper**, altri ancora in grado di raddrizzare tensioni di **400 volt** o di **1.000 volt**.
Le sigle, poste da ogni Casa Costruttrice sui loro corpi, ad esempio **BAY.73 - 1N.4148 - 1N.4004 - 1N.4007 ecc.**, servono per individuare quali sono quelli a bassa o ad alta **tensione** o a bassa e ad alta **corrente**.
Poiché ogni Casa sigla i suoi diodi con un codice personalizzato, per conoscere le loro caratteristiche occorre necessariamente procurarsi il catalogo della Casa Costruttrice.

3° ESERCIZIO

Questo esercizio vi consente di appurare come un **diodo al silicio** lasci effettivamente passare una tensione solo in un **senso** e non in quello **opposto**.
Oltre alla solita pila da **4,5 volt** procuratevi un qualsiasi diodo al silicio in grado di lasciar scorrere una **corrente massima** di **1 amper**, ad esempio **1N.4001 - 1N.4002 - 1N.4004**, poi collegatelo ad una **lampadina** come visibile in fig.91.
Collegando l'**Anodo** verso il **positivo** della **pila** la lampadina si accenderà, perché la tensione **positiva** fluirà dall'**Anodo** verso il **Catodo.**

Se invertiamo il diodo, cioè rivolgiamo l'**Anodo** verso il **negativo** della **pila**, la lampadina non si accenderà perché la tensione **positiva** non può fluire dal **Catodo** verso l'**Anodo**.

Con questo esperimento abbiamo appurato che la corrente scorre soltanto se l'**Anodo** è rivolto verso il **positivo** della pila ed il **Catodo** verso il **negativo**.

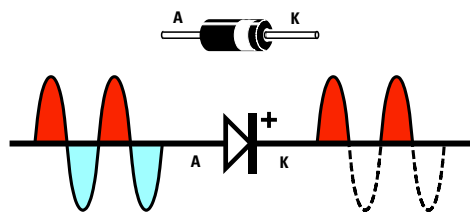



Fig.89 Se sul terminale Anodo di un diodo applichiamo una tensione "alternata", sull'opposto terminale K (catodo) preleviamo le sole semionde Positive.

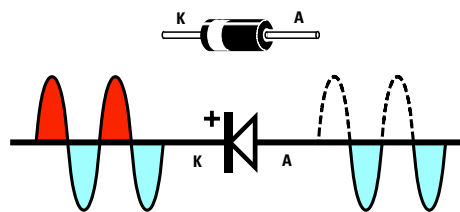
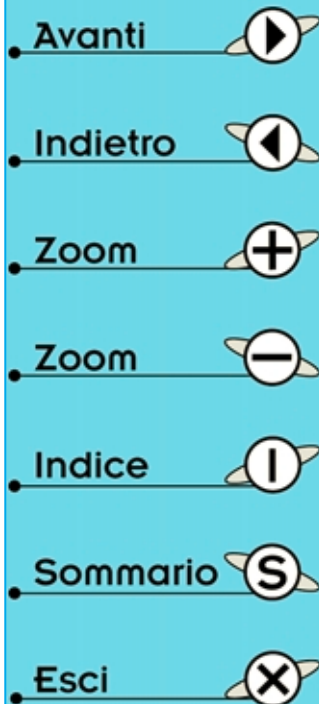



Fig.90 Se sul terminale Catodo di un diodo applichiamo una tensione "alternata", sull'opposto terminale Anodo preleviamo le sole semionde Negative.

Per avere un'ulteriore conferma prendete uno spezzone di filo di rame usato per gli impianti elettrici, **due lampadine** e **due diodi** al **silicio**, poi collegate i diodi alle **lampadine** con il **Catodo** uno all'inverso dell'altro come visibile in fig.93.
Se sull'opposta estremità del filo collegate una **pila** da **4,5 volt** si **accenderà** la lampadina **A**., perché l'**Anodo** del suo diodo è collegato al **positivo** ed il **Catodo** verso il **negativo**.

Se voleste **accendere** la lampadina **B** dovreste necessariamente invertire la polarità della **pila** in modo da rivolgere l'**Anodo** del suo diodo verso il **positivo** ed il **Catodo** verso il **negativo**.

La luminosità della lampadina risulterà leggermente **minore** rispetto ad un collegamento **diretto**, perché quando una tensione passa attraverso un **diodo** questo introduce una **caduta di tensione** di circa **0,7 volt**.
Per questo motivo sulla lampadina non giungeranno più **4,5 volt**, ma soltanto:

4,5 - 0,7 = 3,8 volt.

Se collegate **due** diodi in **serie** noterete un'ulteriore diminuzione della **luminosità** perché si **raddoppia** la caduta di tensione.
In questo caso sulla lampadina anziché giungere una tensione di **4,5 volt** giungeranno soltanto:

4,5 - (0,7 + 0,7) = 3,1 volt

Fig.91 Collegando un diodo in serie ad una lampadina, questa si accenderà soltanto se rivolgiamo il Catodo verso il Negativo della pila (vedi fig.90).

Fig.92 Se proviamo a rivolgere il terminale Anodo verso il Negativo della pila la lampadina rimarrà spenta, perché otterremo la condizione visibile in fig.89.

Fig.93 Se colleghiamo sul "positivo" di una pila due diodi in opposizione di polarità e ai loro capi applichiamo due lampadine si accenderà la sola lampadina A. Se invertiamo la polarità della pila si accenderà la sola lampadina B.

DIODI LED

I **diodi led**, raffigurati graficamente negli schemi elettrici con il simbolo visibile in fig.94, si possono paragonare a minuscole lampadine provviste di un terminale chiamato **Catodo** e di un terminale chiamato **Anodo**.

I **diodi led** possono emettere una luce di colore **rosso - giallo - verde** ed avere un corpo **rotondo** oppure **rettangolare** o **quadrato**.
I **diodi led** si **accendono** soltanto se il loro **terminale Anodo** risulta rivolto verso il **positivo** ed il loro terminale **Catodo**, indicato quasi sempre con la lettera **K**, verso il **negativo** di alimentazione.
Il terminale **Anodo** si riconosce perché risulta **più lungo** del terminale **Catodo** (vedi fig.94).

Importante: I terminali di un **diodo led** non vanno mai collegati direttamente alla tensione di alimentazione o sui terminali di una pila perché si **brucerebbero** dopo pochi secondi.
Per accendere un **diodo led** senza danneggiarlo dovrete necessariamente applicare in **serie** ad uno dei due terminali una **resistenza** per far passare una **corrente** che risulti compresa tra **0,015** e **0,017 amper** equivalenti a **15 - 17 milliamper**.

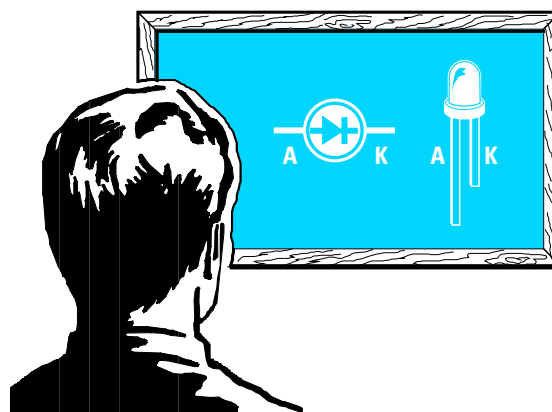
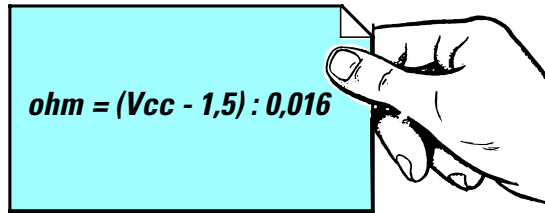



Fig.94 Nella lavagna abbiamo riportato il simbolo grafico utilizzato negli schemi elettrici per il diodo led. Il terminale più "lungo" che fuoriesce dal suo corpo è l'Anodo ed il più "corto" è il Catodo.

Per calcolare il valore della **resistenza** da applicare su uno dei due terminali potete usare la seguente formula:

ohm - è il valore della resistenza
Vcc - è la tensione di alimentazione
1,5 - è la caduta interna del **diodo led**
0,016 - è la corrente **media** in **amper**

Se alimentate il diodo led con una **pila** da **4,5 volt** dovrete collegare in serie ad uno solo dei due terminali (vedi fig.95) una resistenza da:

(4,5 - 1,5) : 0,016 = 187,5 ohm

Poiché questo valore di resistenza non è reperibile, dovrete scegliere il valore **standard** più prossimo, cioè **180 ohm**.
Se alimentate questo diodo led con una **pila** da **9 volt** dovrete applicare in serie (vedi fig.96) una resistenza da:

(9 - 1,5) : 0,016 = 468,75 ohm

Poiché anche questo valore di resistenza non è reperibile, scegliete il valore **standard** più prossimo, cioè **470 ohm**.

4° ESERCIZIO

Questo esercizio serve a dimostrarvi che un **diodo led** si **accende** soltanto se rivolgiamo il suo **Anodo** verso il **positivo** di alimentazione.
Procuratevi la solita pila da **4,5 volt**, un **diodo led** e tre resistenze, una da **180 ohm**, che è l'**esatto** valore da utilizzare, poi una da **150 ohm**, di valore **inferiore**, e una da **270 ohm**, di valore **superiore**.
Se disponete di un saldatore stagnate su uno dei due terminali la resistenza da **180 ohm**.

Rivolgendo verso il **polo positivo** della pila il terminale **Anodo**, il diodo led si **accende** (vedi fig.97).

Se **invertite** la polarità di alimentazione, cioè rivolgete il **polo negativo** della pila verso il terminale **Anodo**, il diodo led **non** si accende (vedi fig.98).

Se sostituite la resistenza da **180 ohm** con quella da **150 ohm**, il diodo led emette una **luminosità maggiore** perché questa resistenza lascia passare più corrente (vedi fig.99).

Se sostituite la resistenza da **180 ohm** con quella da **270 ohm**, il diodo led emette **minor luminosità** perché questa resistenza lascia passare meno corrente (vedi fig.100).

Se alimentate il diodo led con una tensione di **9 volt** dovrete utilizzare una resistenza da **470 ohm** (vedi fig.101).

Fig.95 Per accendere un diodo Led dobbiamo collegare il terminale più "corto" Catodo verso il Negativo della pila, non dimenticando di inserire in serie una resistenza per limitare la corrente.

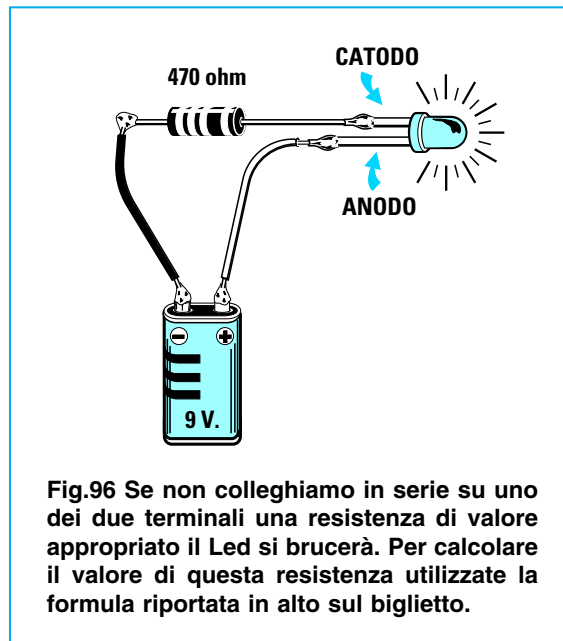



Fig.96 Se non colleghiamo in serie su uno dei due terminali una resistenza di valore appropriato il Led si brucerà. Per calcolare il valore di questa resistenza utilizzate la formula riportata in alto sul biglietto.

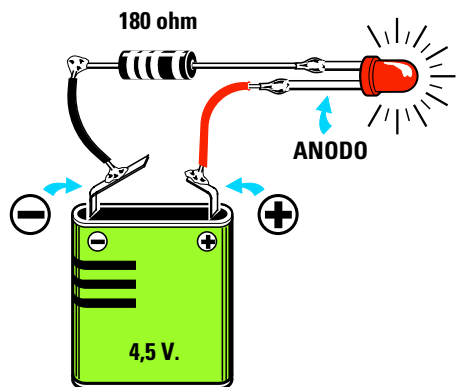



Fig.97 Il Catodo di un diodo Led (terminale "corto") va sempre rivolto verso il Negativo della pila e l'Anodo (terminale "lungo") verso il Positivo della pila.

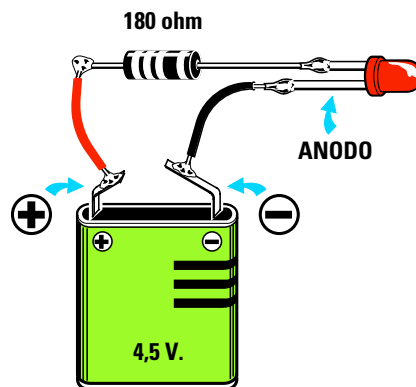



Fig.98 Se rivolgete il Catodo verso il Positivo della pila, il diodo non si accenderà perché il Catodo va sempre rivolto verso il terminale Negativo della pila.

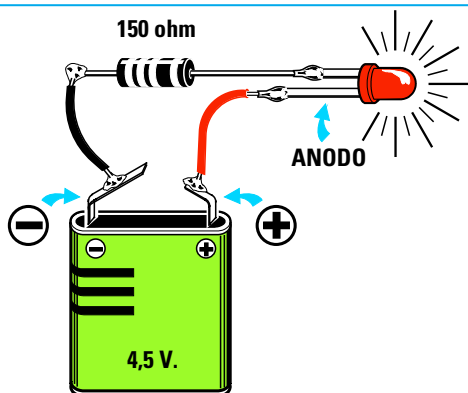



Fig.99 Se sostituite la resistenza da 180 ohm, richiesta con una tensione di 4,5 volt, con una da 150 ohm il diodo Led emetterà una luce più intensa.

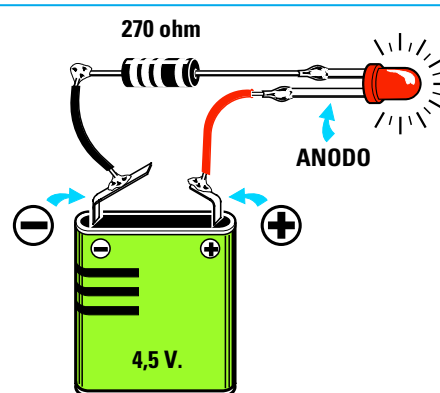



Fig.100 Se sostituite la resistenza da 180 ohm con una resistenza da 270 ohm, cioè di valore più alto del richiesto, il diodo Led emetterà meno luce.

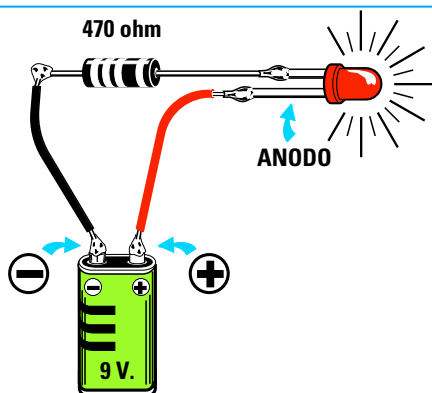



Fig.101 Se alimentate il diodo Led con una pila da 9 volt il valore della resistenza da applicare in serie su uno dei due terminali dovrà essere di 470 ohm.

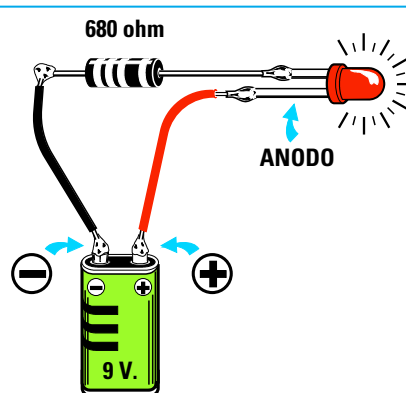
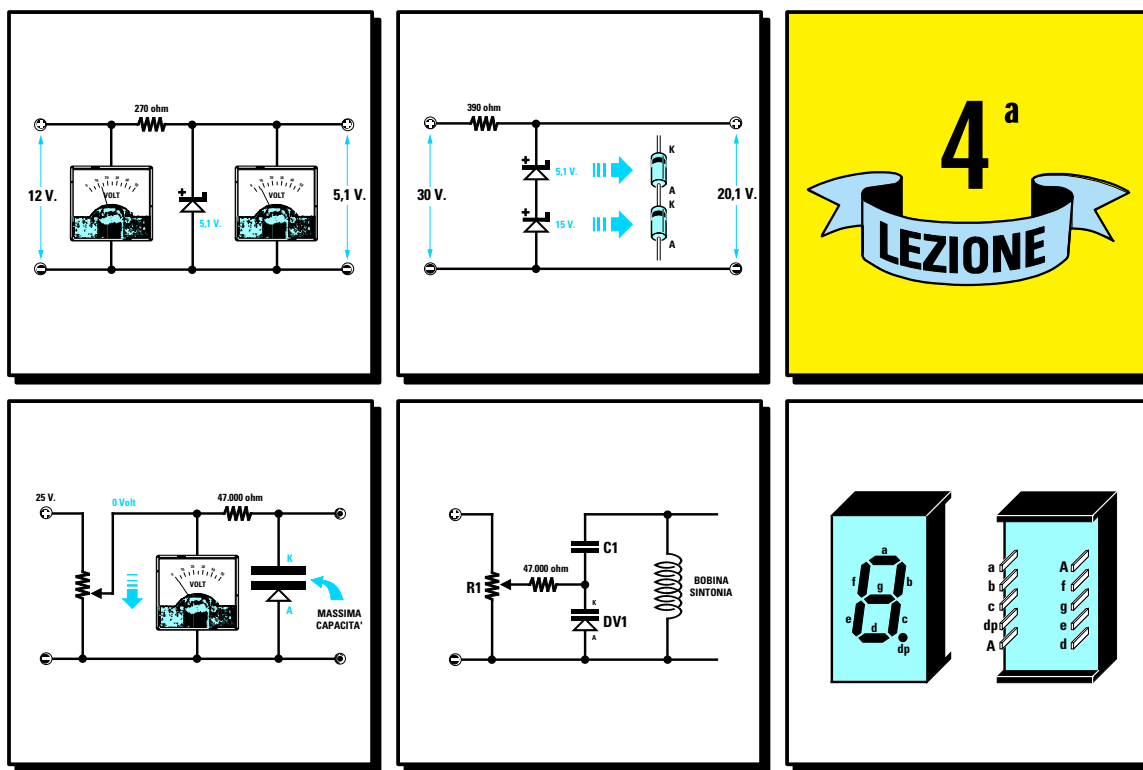



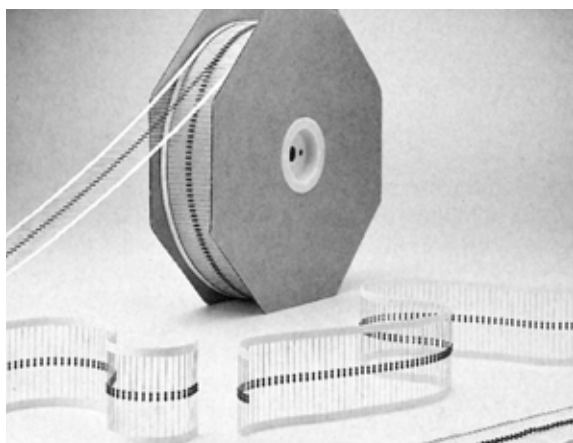
Fig.102 Se anziché usare una resistenza da 470 ohm ne inserite una di valore più alto, ad esempio da 680 ohm, vedrete che il diodo Led emetterà meno luce.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

In questa **4° lezione** vi spiegheremo cosa sono i **diodi zener** e come vengono utilizzati in un circuito elettronico, inoltre parleremo di **speciali** diodi, chiamati in italiano **varicap**, che possiamo considerare come minuscoli **condensatori** perché, applicando ai loro capi una **tensione** continua, presentano la caratteristica di **variare** la loro capacità da un valore massimo ad un valore minimo.

Passeremo poi a descrivere i **display** a **7 segmenti** precisando la differenza che intercorre tra gli **Anodi comuni** ed i **Catodi comuni** e per fare un po' di pratica vi proponiamo il montaggio di un semplice circuito **didattico**, di cui forniamo lo schema, col quale riuscirete a visualizzare i **numeri** da **0** a **9** ed anche qualche lettera dell'**alfabeto** o altro segno grafico.

Nella **Tavola** riportata in questo articolo troverete tutte le connessioni viste da **dietro** dei più comuni **display** a 7 segmenti. Questa tavola vi sarà molto utile per sapere quali piedini alimentare per accendere i diversi **segmenti**.

Concluderemo la lezione con gli speciali **diodi** in grado di emettere e captare i **raggi invisibili** all'**infrarosso**: i **fotodiodi**.

In attesa delle prossime lezioni, nelle quali pubblicheremo progetti interessanti che, seguendo le nostre indicazioni, sarete in grado di montare con estrema facilità, potrete proseguire le vostre esercitazioni montando due piccoli e semplici circuiti con normali **diodi led**.

Sebbene i diodi **zener** abbiano la stessa forma dei diodi al silicio ed una fascia colorata che identifica il lato del terminale **Catodo**, non vengono utilizzati per raddrizzare una tensione alternata, ma soltanto per **stabilizzare** delle tensioni **continue**.
Per poterli distinguere dai comuni diodi **raddrizzatori** vengono rappresentati negli schemi elettrici con il **simbolo** grafico visibile in fig.103.

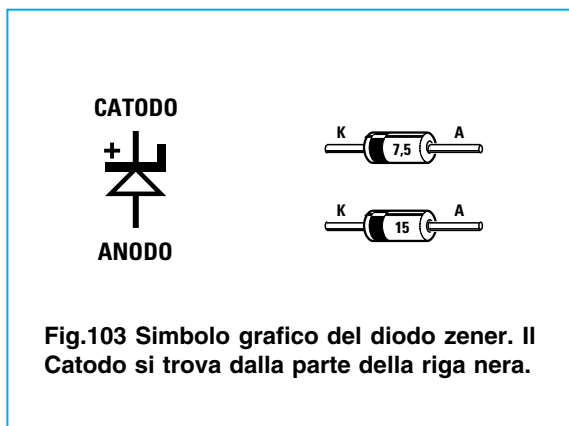



Fig.103 Simbolo grafico del diodo zener. Il Catodo si trova dalla parte della riga nera.

La sigla riportata sul loro corpo, ad esempio, **4,5 - 5,1 - 7,5 - 12 - 15 - 18 - 33 ecc.**, indica il valore della tensione che ci forniscono già stabilizzata.
In altre parole un **diodo zener** siglato **5,1** verrà usato quando si desidera stabilizzare una tensione **continua**, ovviamente di valore più elevato (**7 - 10 - 12 - 15 volt**), sul valore **fisso** di **5,1 volt**.
Un **diodo zener** siglato **18** verrà usato per stabilizzare una tensione **continua** di valore più elevato (**22 - 25 - 30 volt**) sul valore **fisso** di **18 volt**.
Per stabilizzare una tensione tramite un **diodo zener** bisogna sempre collegare sul suo **Catodo** una **resistenza di caduta** (vedi **R1** in fig.104).
Infatti un **diodo zener** collegato direttamente sulla tensione da stabilizzare **senza** una resistenza, si **danneggerebbe** in pochi secondi.

Il valore **ohmico** della **resistenza** va scelto in funzione del valore della tensione che vogliamo **stabilizzare** e del valore del **diodo zener** utilizzato.

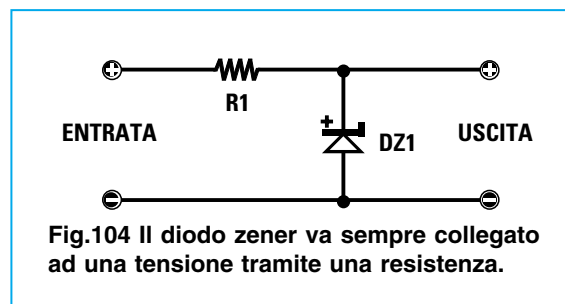



Fig.104 Il diodo zener va sempre collegato ad una tensione tramite una resistenza.

La formula utile per ricavare il valore in **ohm** di questa resistenza è la seguente:

ohm è il valore della resistenza da utilizzare
Vcc sono i **volt** applicati sulla resistenza
Vz sono i **volt** del diodo zener utilizzato
0,025 è la **corrente** media di lavoro in amper

Supponendo di avere una tensione di **12 volt** (vedi fig.105) e di volerla **stabilizzare** a **5,1 volt**, dovremo ovviamente procurarci un **diodo zener** da **5,1 volt** e poi collegarlo ai **12 volt** tramite una **resistenza** che abbia un valore di:

(12 - 5,1) : 0,025 = 276 ohm

Poiché questo non è un valore **standard** cercheremo il valore più prossimo, cioè **270 ohm**.

Supponendo di avere una tensione di **27 volt** (vedi fig.106) e di volerla **stabilizzare** a **15 volt**, dovremo procurarci un **diodo zener** da **15 volt** e poi collegarlo ai **27 volt** tramite una **resistenza** che abbia un valore di:

(27 - 15) : 0,025 = 480 ohm

Poiché anche questo non è un valore **standard** cercheremo il valore più prossimo, cioè **470 ohm**.

Tenete sempre presente che, come qualsiasi altro componente, anche i **diodi zener** hanno una loro **tolleranza**, quindi la tensione che **stabilizzerete** non avrà l'esatto valore riportato sul loro involucro.
In altre parole sull'uscita di un **diodo zener** da **5,1 volt** potremo prelevare una tensione compresa tra **4,8 volt** e **5,4 volt**, sull'uscita di un **diodo zener** da **15 volt** potremo prelevare una tensione compresa tra **13,8** e **15,6 volt** (vedi **Tabella N.13**).

TABELLA N.13

VOLT ZENER	SIGLA CORPO	VOLT MINIMI	VOLT MASSIMI
2,7	2V7	2,5	2,9
3,0	3V0	2,8	3,2
3,3	3V3	3,1	3,5
3,6	3V6	3,4	3,8
3,9	3V9	3,7	4,1
4,3	4V3	4,0	4,6
4,7	4V7	4,5	5,0
5,1	5V1	4,8	5,4
5,6	5V6	5,2	6,0
6,2	6V2	5,8	6,6
6,8	6V8	6,4	7,2
7,5	7V5	7,0	7,9
8,2	8V2	7,7	8,7
9,1	9V1	8,5	9,6
10,0	10	9,4	10,6
11,0	11	10,4	11,6
12,0	12	11,4	12,7
13,0	13	12,4	14,1
15,0	15	13,8	15,6
16,0	16	15,3	17,1
18,0	18	16,8	19,1
20,0	20	18,8	21,2
22,0	22	20,8	23,3
24,0	24	22,8	25,6
27,0	27	25,1	28,9
30,0	30	28,0	32,0

DIODI ZENER in SERIE

I **diodi zener** si collegano solamente in **serie**, perché collegandoli in **parallelo** si ottiene una **tensione stabilizzata** pari al diodo zener con il valore più **basso**.

Collegando in **parallelo** due diodi zener, uno da **5,1 volt** ed uno da **15 volt**, otterremo una tensione stabilizzata sul valore di tensione **minore**, cioè **5,1 volt**.
Se invece colleghiamo in **serie** due diodi zener potremo **stabilizzare** una tensione sul valore pari alla **somma** dei due diodi.
Collegando in **serie** un diodo zener da **5,1 volt** ed uno da **15 volt** (vedi fig.107) otterremo una tensione stabilizzata di **5,1 + 15 = 20,1 volt**.
Per collegare in serie **due diodi** bisogna sempre collegare sull'**Anodo** del primo diodo il **Catodo** del secondo diodo come visibile in fig.107.

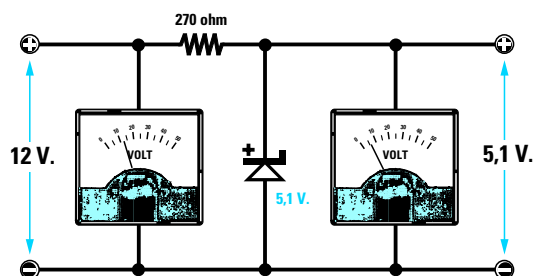



Fig.105 Il valore della resistenza va calcolato in funzione della tensione che viene applicata sull'ingresso del diodo zener.

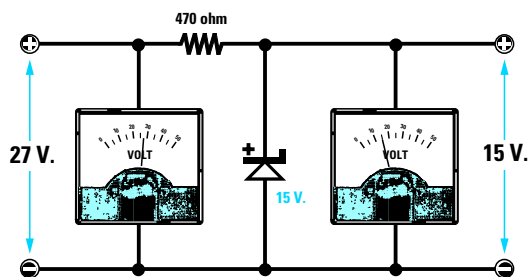



Fig.106 Per stabilizzare una tensione di 27 volt con un diodo zener da 15 volt si deve utilizzare una resistenza da 470 ohm.

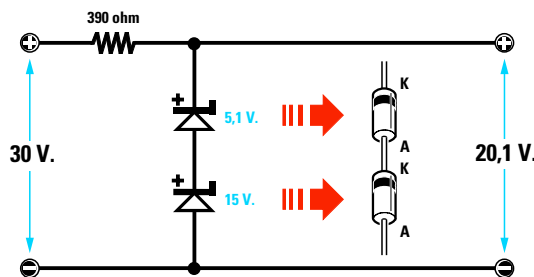



Fig.107 Collegando in serie due diodi zener si riesce ad ottenere una tensione stabilizzata pari alla somma dei due diodi.

DIODI VARICAP = PICCOLI CONDENSATORI VARIABILI

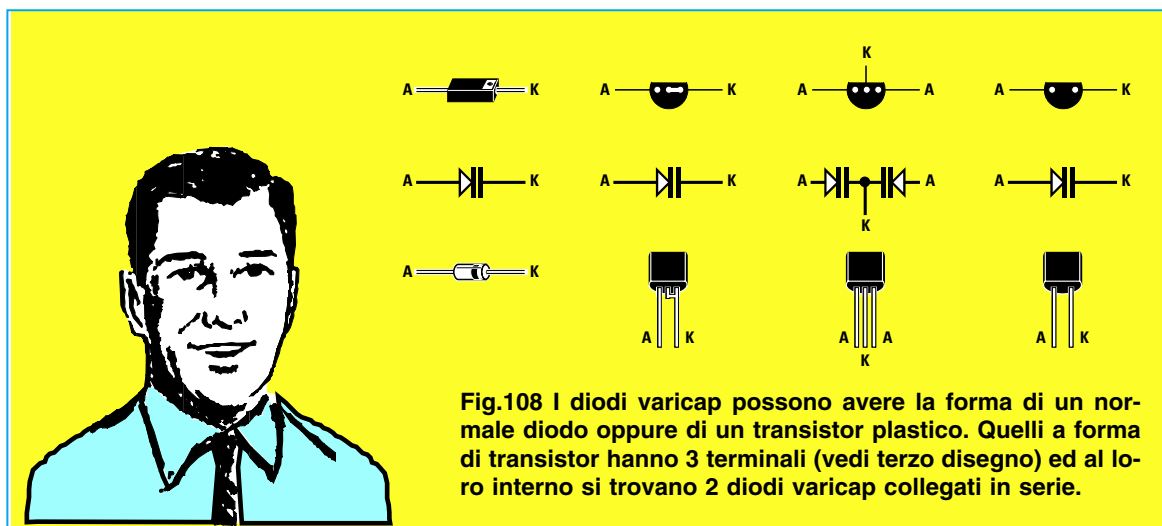



Fig.108 I diodi varicap possono avere la forma di un normale diodo oppure di un transistor plastico. Quelli a forma di transistor hanno 3 terminali (vedi terzo disegno) ed al loro interno si trovano 2 diodi varicap collegati in serie.

I **diodi varicap** (vedi fig.108) sono dei diodi che presentano la caratteristica di **variare** la loro **capacità interna** in rapporto al valore della **tensione continua** applicata sui loro terminali.
Pertanto un **diodo varicap** può essere paragonato ad un minuscolo **compensatore capacitivo**.
Graficamente i **varicap** vengono raffigurati negli schemi elettrici con il simbolo di un **condensatore** a cui è appoggiato un **diodo** (vedi fig.109).
Il lato in cui è raffigurato il **condensatore** si chiama **Catodo** (questo lato è sempre contraddistinto dalla lettera **K**), il lato opposto è l'**Anodo**.
Per far funzionare i **diodi varicap** bisogna applicare sul **Catodo** una **tensione positiva** e sull'**Anodo** una tensione **negativa**.
Quando ai suoi capi non viene applicata nessuna **tensione**, il **diodo varicap** presenta la sua **massima capacità**, quando ai suoi capi viene applicata la sua **massima** tensione di lavoro, presenta la **minima capacità**.
Ad esempio, se prendiamo un **diodo varicap** da **60 picofarad** che funziona con una tensione **massima** di lavoro di **25 volt**, noi potremo **variare** la sua capacità variando la tensione di alimentazione da **0** a **25 volt** come riportato nella **Tabella N.14**.

TABELLA N.14

tensione	capacità
0 volt	60 picofarad
2 volt	50 picofarad
4 volt	40 picofarad
6 volt	20 picofarad
8 volt	18 picofarad
12 volt	10 picofarad
14 volt	8 picofarad
16 volt	6 picofarad
18 volt	5 picofarad
20 volt	4 picofarad
22 volt	3 picofarad
24 volt	2 picofarad
25 volt	1,8 picofarad

I **diodi varicap** vengono oggi utilizzati in tutti i **ricevitori** ed in tutti i **televisori** per accordare i circuiti di **sintonia** in sostituzione dei vecchi ed ingombranti **condensatori variabili**.

Poiché le capacità da usare per potersi sintonizzare sulla gamma delle **Onde Medie** non può es-

A K
- +
VARICAP
COMPENSATORE

Fig.109 Sulla sinistra il simbolo grafico di un diodo varicap. Questi diodi sono dei piccoli condensatori di capacità variabile.

Fig.110 Il terminale K (Catodo) di questi diodi va sempre collegato al positivo di alimentazione tramite una resistenza.

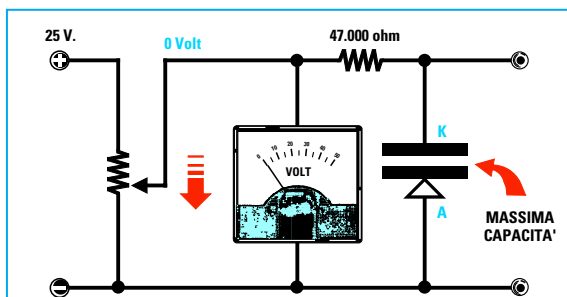



Fig.111 Per ottenere la massima capacità da un diodo varicap collegato al cursore di un potenziometro, si deve ruotare il cursore verso "massa". I diodi varicap si possono reperire con capacità "massime" di 500 - 100 - 60 - 30 - 10 pF.

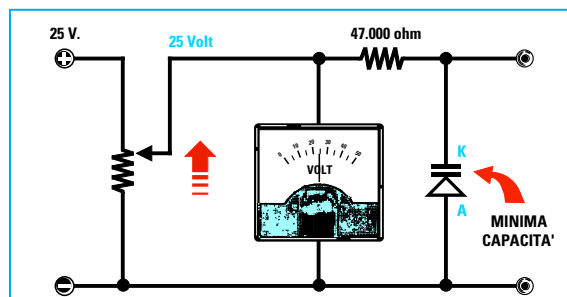



Fig.112 Se ruotiamo il cursore del potenziometro verso la massima tensione positiva, la capacità del diodo varicap scenderà verso il suo valore "minimo". Il diodo varicap va sempre collegato al potenziometro tramite una resistenza.

sere identica a quella richiesta per sintonizzarsi sulle gamme **VHF - UHF**, in commercio sono reperibili **diodi varicap** con diverse **capacità massime**, ad esempio **500 - 250 - 100 - 60 - 40 - 20 - 6 - 3 pF**.

Per variare la capacità di questi diodi dobbiamo sempre applicare la **tensione** continua tramite una **resistenza** che abbia un valore di circa **47.000 ohm** (vedi figg.111-112-113-114), diversamente non funzioneranno correttamente.
I **diodi varicap** si possono collegare in **serie** come visibile in fig.114, ma in questo caso la loro capacità si **dimezzerà**, oppure in **parallelo** ed in questo caso la loro capacità si **raddoppierà**.
A questo proposito vedete la **Lezione N.3** sui condensatori collegati in **serie** ed in **parallelo**.

Se colleghiamo in **serie** due diodi varicap da **60 picofarad** otteniamo una capacità di **30 picofarad**, se li colleghiamo in **parallelo** otteniamo una capacità di **120 picofarad**.

I diodi varicap si collegano in **serie** in un circuito di sintonia (vedi fig.114) non solo con il proposito di **dimezzarne** la capacità, ma anche per evitare che possano **raddrizzare** segnali **RF** molto "forti", ottenendo così una supplementare **tensione** continua che andrebbe a modificare quella applicata ai suoi capi tramite il potenziometro, con il risultato di **variare** la sua capacità.
Anche se i due diodi collegati in **serie** dovessero **raddrizzare** il segnale **RF**, uno raddrizzerà le sole **semionde negative** e l'altro le sole **semionde positive** e noi otterremo due identiche tensioni di polarità **opposta** che si **annulleranno**.

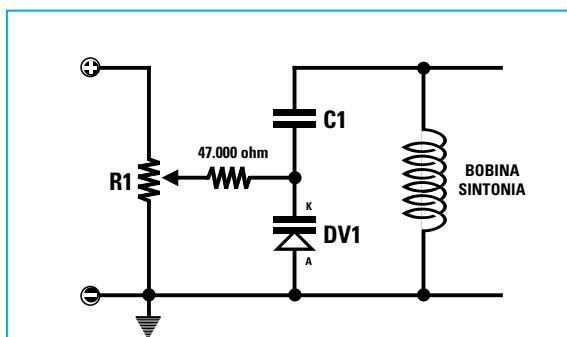



Fig.113 Nel disegno un esempio di come collegare un diodo varicap ad una bobina per variare la sua frequenza di sintonia. Il condensatore C1, posto in serie al diodo varicap, evita che la tensione positiva si scarichi a massa tramite la bobina L1.

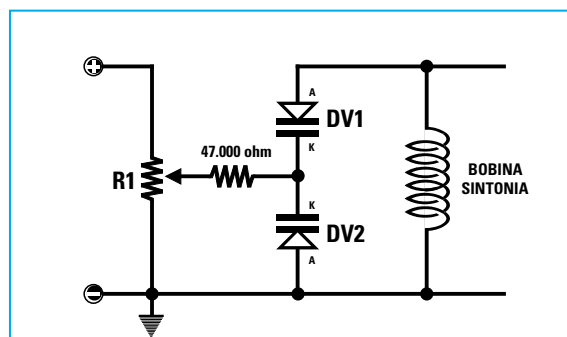



Fig.114 Se si usa un "doppio" diodo varicap con entrambi i Catodi collegati verso la resistenza da 47.000 ohm, si potrà evitare di utilizzare il condensatore C1, ma in questo modo la capacità dei due diodi varicap verrà dimezzata.

Il **display** è un componente composto da **7 diodi led** a forma di **segmento** e disposti in modo da formare il numero **8** (vedi fig.115).
Alimentando questi **segmenti** con una tensione **continua** possiamo visualizzare qualsiasi numero da **0** a **9**, cioè: **0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9**.

Le lettere minuscole che vedete riportate in corrispondenza di ogni **segmento** e che ritroverete anche nel disegno del suo zoccolo, visto ovviamente dal lato dei terminali, ci permettono di sapere quale **segmento** si accende quando si applica su questi piedini una tensione **continua**.

a = segmento **orizzontale superiore**
b = segmento **verticale superiore** destro
c = segmento **verticale inferiore** destro
d = segmento **orizzontale inferiore**
e = segmento **verticale inferiore** sinistro
f = segmento **verticale superiore** sinistro
g = segmento **orizzontale** centrale
dp = identifica il **punto** decimale

Guardando il disegno dei terminali di qualsiasi display trovate sempre su uno o due terminali la lettera **maiuscola A** o la lettera **maiuscola K.**

Se c'è la lettera **A**, significa che il display è del tipo ad **Anodo comune** perché, come visibile in fig.117, tutti gli **anodi** dei **diodi led** sono collegati insieme.

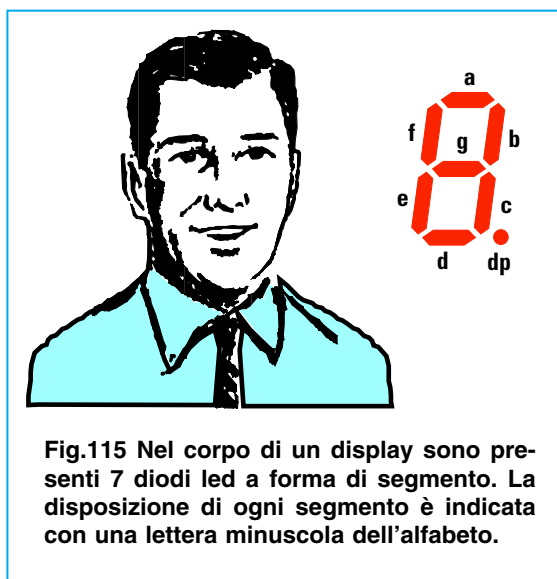



Fig.115 Nel corpo di un display sono presenti 7 diodi led a forma di segmento. La disposizione di ogni segmento è indicata con una lettera minuscola dell'alfabeto.

Il terminale **A** di questi display va collegato al **positivo** di alimentazione e tutti i terminali **a - b - c - d - e - f - g - dp** al **negativo** di alimentazione tramite delle **resistenze** il cui valore va scelto in funzione della tensione di alimentazione.

Se c'è la lettera **K**, significa che il display è del tipo a **Catodo comune** perché, come visibile in fig.118, tutti i **catodi** dei **diodi led** sono collegati insieme.
Il terminale **K** di questi display va collegato al **negativo** di alimentazione e tutti i terminali **a - b - c - d - e - f - g - dp** al **positivo** di alimentazione tra-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

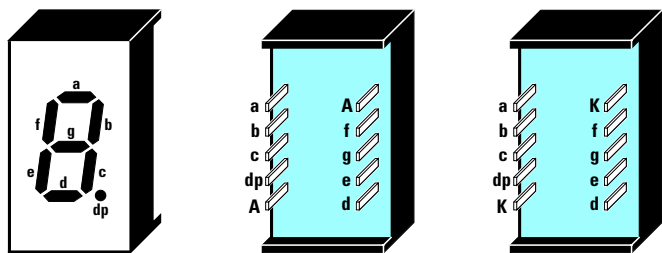



Fig.116 Nei display abbiamo uno o due terminali contrassegnati dalla lettera maiuscola A o K. La lettera A indica che il display è un Anodo Comune, mentre la lettera K che è un Catodo Comune (vedi figg.117-118).

mite delle **resistenze** il cui valore va scelto in funzione della tensione di alimentazione.
Per calcolare il valore delle resistenze da applicare sui terminali **a - b - c - d - e - f - g - dp** possiamo usare questa semplice formula:

ohm = (volt - 1,5) : 0,016

Quindi se volessimo accendere un **display** con una tensione di **4,5 volt** dovremmo utilizzare **8** resistenze da:

(4,5 - 1,5) : 0,016 = 187,5 ohm

Poiché questo valore di resistenza non risulta reperibile in quanto non rientra nei valori **standard**, dovremo scegliere il valore che più si avvicina a questo, cioè **180 ohm** o **220 ohm**.
Se utilizziamo delle resistenze da **180 ohm,** i segmenti risulteranno **più** luminosi, se utilizziamo delle resistenze da **220 ohm**, i segmenti risulteranno **meno** luminosi.

Per accendere un **display** con una tensione di **9 volt** dovremo utilizzare **8** resistenze da:

(9 - 1,5) : 0,016 = 468,75 ohm

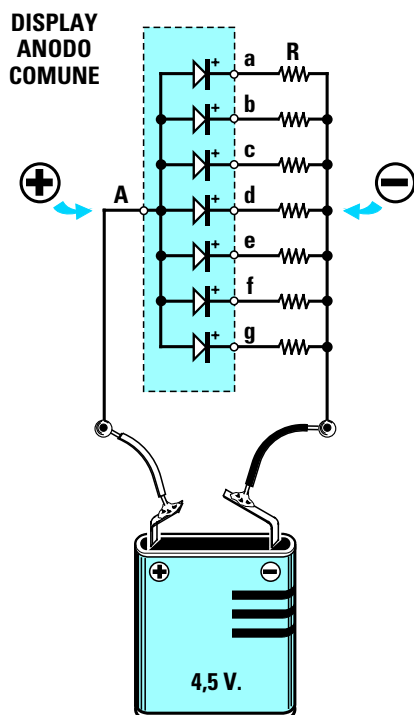



Fig.117 In un display ad Anodo Comune tutti gli Anodi dei diodi led sono collegati insieme, quindi per poterli accendere si deve collegare il terminale A al Positivo della pila ed i suoi 7 segmenti al Negativo.

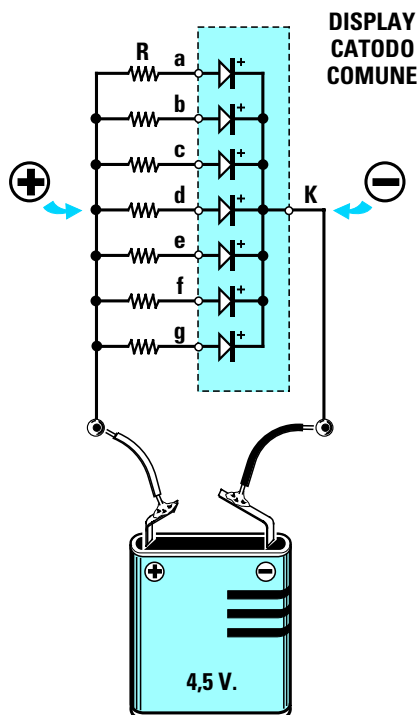



Fig.118 In un display a Catodo Comune tutti i Catodi dei diodi led sono collegati insieme, quindi per poterli accendere si deve collegare il terminale K al Negativo della pila ed i suoi 7 segmenti al Positivo.

Fig.119 In commercio esistono anche dei display alfanumerici tipo LCD. Questi display hanno una matrice composta da tanti "punti" e per accenderli in modo da formare dei numeri o delle lettere occorre pilotarli con i microprocessori.

Poiché anche questo valore non risulta **standard** potremo scegliere il valore più prossimo al risultato del nostro calcolo, cioè **470 ohm** o **560 ohm**.
Utilizzando delle resistenza da **470 ohm**, i segmenti risulteranno **più** luminosi, con delle resistenza da **560 ohm**, i segmenti risulteranno **meno** luminosi.

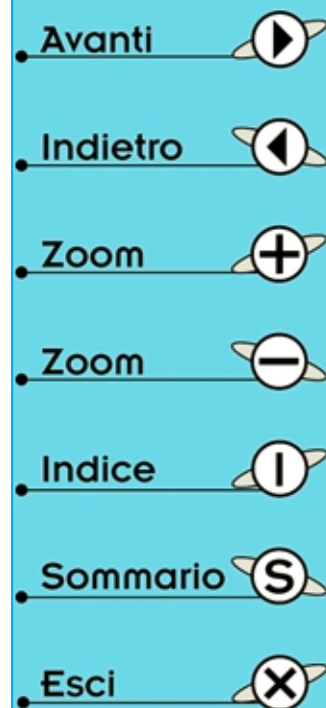
Non applicate mai una tensione sui terminali di un display **senza** queste resistenze, perché **brucerete** istantaneamente i diodi led presenti all'interno del display.
I display si possono reperire in commercio con i **segmenti** colorati in **giallo - rosso - verde - arancio**, ma i più utilizzati sono quelli di colore **rosso** o **verde**.

Nella Tavola di fig.124 sono raffigurate le connessioni dei più comuni display **viste** da **dietro**, cioè dal lato in cui i terminali fuoriescono dal corpo.
Come potete notare, molti display hanno i terminali posti sul lato **destro** o **sinistro**, altri sul lato **superiore** o **inferiore**.
Esistono display che possono visualizzare il solo numero **1** ed i due segni **+/–**, altri che contengono in un unico corpo **due** o **quattro** display.
Questi ultimi sono però meno utilizzati perché se si dovesse **bruciare** anche un solo **segmento** di uno dei display, occorrerebbe sostituire l'intero corpo.
I display vengono normalmente usati per realizzare **orologi digitali**, **contatempo**, **frequenzimetri**, **termometri**, **ohmmetri** o **voltmetri**, vengono cioè adoperati in tutti quegli strumenti in cui è necessario visualizzare un **numero**.

In commercio esistono dei display a **cristalli liquidi** (vedi fig.119) chiamati **LCD**, Liquid Crystal Display, che non emettono luce.
Questi display sono in grado di visualizzare oltre i **numeri** anche tutte le lettere dell'**alfabeto**, ma a differenza dei **normali display** in cui per visualizzare un **numero** è sufficiente alimentare tramite una resistenza i suoi **7 segmenti** (vedi fig.120), per accendere un display **LCD** bisogna usare speciali **integrati** pilotati da un **microprocessore**.

5° ESERCIZIO

Poiché non tutti riusciranno a reperire nella loro città i componenti elettronici per effettuare questo esercizio, abbiamo pensato di realizzare un **kit**.
Nel blister sono inclusi un **circuito stampato**, un **display** ad **Anodo comune**, le **8 resistenze** necessarie, la **presa pila** ed il piccolo **dipswitch** con **8 levette** che vi permetterà di collegare i vari **segmenti** al **negativo** di alimentazione (vedi fig.120).
Quindi se possedete già un **saldatore** e lo sapete adoperare, potrete realizzare subito questo semplice progetto didattico.
Se **non sapete** ancora stagnare, vi converrà prima leggere la lezione successiva in cui vi sveliamo tutti i segreti per ottenere delle ottime **stagnature**, ma se siete impazienti di montare il circuito, iniziate pure a saldare, perché anche se farete delle stagnature **difettose** vi assicuriamo che il display **non** si danneggerà.
Tutt'al più potrà verificarsi che non vedrete accendersi **tutti** i segmenti.
Se seguirete attentamente tutte le nostre istruzioni il progetto funzionerà senza problemi e terminato il montaggio sarete in grado di far apparire tutti i numeri da **0** fino a **9**, le lettere **L - A - C - E - F - S - U - H - b - d** o altri segni.

In possesso del circuito stampato siglato **LX.5000**, ripiegate ad **L** tutti i terminali delle otto resistenze ed inseriteli nei fori presenti nel circuito stampato spingendo le resistenze in modo che il loro corpo vada ad appoggiarsi sulla basetta.
Quindi stagnate tutti i terminali dal lato opposto sulle piazzole in rame.
Dopo averli stagnati, tagliate con un paio di tronchesine o di forbici tutte le eccedenze.
Se mentre le tagliate notate che qualche resistenza **si muove**, significa che non è stata stagnata bene. In questo caso occorre rifare la stagnatura.
Per ottenere delle ottime stagnature **non dovete** sciogliere lo stagno sulla punta del saldatore e poi depositarlo sui terminali da stagnare, ma dovete sempre appoggiare la punta del saldatore sulle **piazzole** in rame vicino al terminale, avvicinare il

filo di stagno e, dopo averne sciolto **2 - 3 mm**, toglierlo avendo l'accortezza di tenere il saldatore ancora fermo per circa **1 - 2 secondi**.
Dopo aver stagnato le resistenze potete inserire nei fori presenti sullo stampato il **display** rivolgendo verso il basso il **punto** decimale che appare a destra del numero **8** (vedi fig.121).
Sulla parte bassa dello stampato inserite il **dipswitch** rivolgendo il lato con la scritta **ON** verso le resistenze.
È sottinteso che tutti i **terminali** del **display** e del **dipswitch** vanno stagnati sulle piste in rame presenti sul circuito stampato.
Per ultimo infilate il filo **rosso** della **presa pila** nel foro contrassegnato dal segno **positivo** ed il filo **nero** nel foro contrassegnato dal segno **negativo** stagnandoli nelle due piste sottostanti.
Dopo aver controllato che non ci sia qualche terminale del display o del dipswitch in cortocircuito, prendete una **pila** da **9 volt** ed innestatela nel suo portapile.
Per ottenere un **numero** o una **lettera** dovrete semplicemente spostare le piccole **levette** presenti nel **dipswitch** dal basso verso l'alto secondo le tabelle riportate in questa pagina.
L'ultima levetta posta sulla destra, indicata con **dp**, serve solo per far accendere il **punto decimale** di fianco al numero **8**.

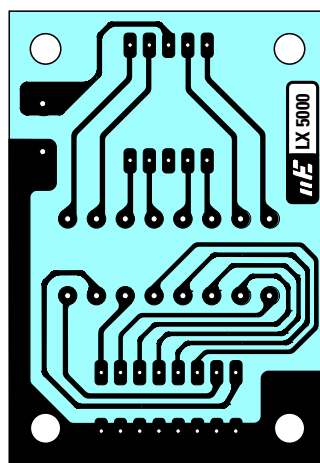
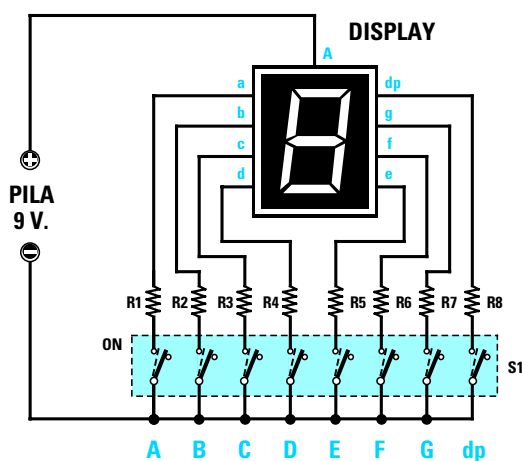



Fig.120 Sulla sinistra lo schema elettrico del circuito che vi proponiamo di montare per capire come, accendendo questi 7 segmenti, si possano visualizzare tutti i numeri da 0 a 9 ed anche delle lettere dall'alfabeto (vedi Tabelle poste sotto). Sulla destra il disegno del circuito stampato che vi forniamo per montare questo progetto (vedi fig.121).

ELENCO COMPONENTI: da R1 a R8 resistenze da 470 ohm – Display ad Anodo Comune tipo BS/A501RD o equivalenti – S1 dipswitch con 8 levette (vedi fig.121).

numero display	levette da spostare						
0	A	B	C	D	E	F	
1		B	C				
2	A	B		D	E		G
3	A	B	C	D			G
4			C			F	G
5	A		C	D		F	G
6			C	D	E	F	G
7	A	B	C				
8	A	B	C	D	E	F	G
9	A	B	C			F	G

lettera display	levette da spostare						
L				D	E	F	
A	A	B	C		E	F	G
C	A			D	E	F	
E	A			D	E	F	G
F	A				E	F	G
S	A		C	D		F	G
U		B	C	D	E	F	
H		B	C		E	F	G
b			C	D	E	F	G
d		B	C	D	E		G

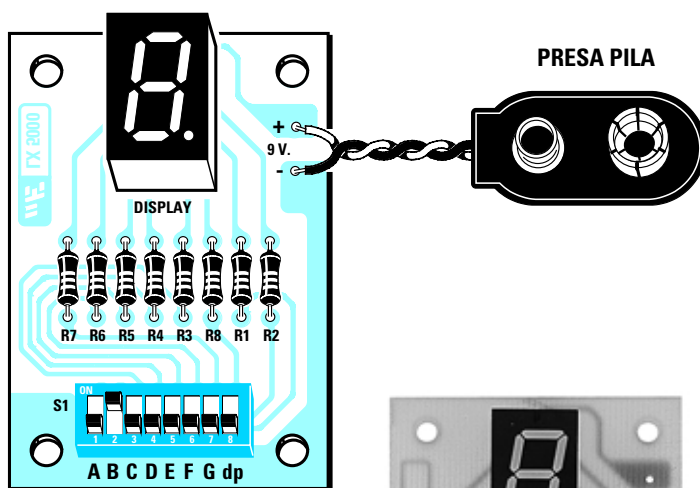



Fig.121 Schema pratico di montaggio del circuito che utilizza un Display ed un dipswitch per accendere i 7 segmenti.

Fig.122 Come si presenta il circuito dal lato dei componenti e dal lato opposto delle stagnature.

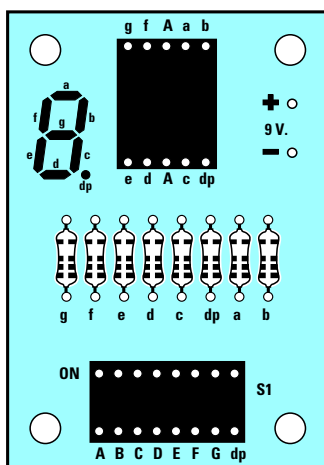
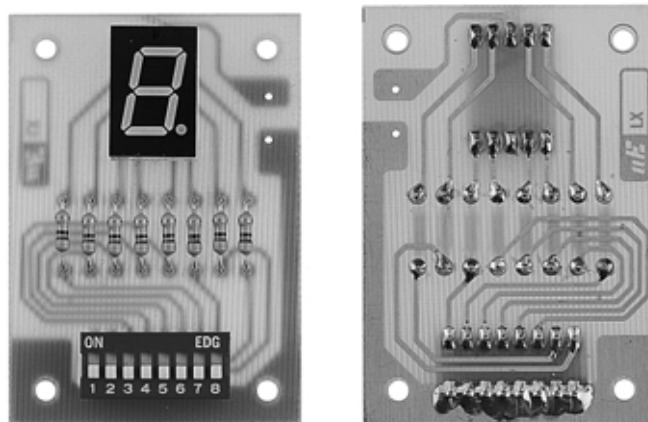



Fig.123 Il circuito stampato, che vi forniamo già inciso e forato, riporta sul lato in cui occorre inserire i componenti questo utile disegno serigrafico.

COSTO di REALIZZAZIONE KIT LX.5000

Poiché difficilmente riuscirete a reperire in un negozio tutti i componenti richiesti abbiamo composto un **kit** con inserito un circuito stampato siglato **LX.5000**, un **display**, un **dipswitch**, una **presa pila**, otto **resistenze** e lo **stagno** necessario per le stagnature a **L.12.500**

Chi desidera ricevere questo kit siglato **LX.5000** potrà inviare un vaglia con l'importo richiesto a:

rivista **Nuova Elettronica**
via Cracovia N.19 - 40139 Bologna

Potrete fare l'ordine anche per **telefono** (è in funzione una segreteria telefonica) o via **Fax** a qualsiasi ora del giorno e della notte compresi i giorni festivi, ed il pacco vi sarà inviato tramite Posta.
In questo caso pagherete al postino un supplemento di **L.3.000**.

Numero **telefono** **0542 - 64.14.90**
Numero **fax** **0542 - 64.19 19**

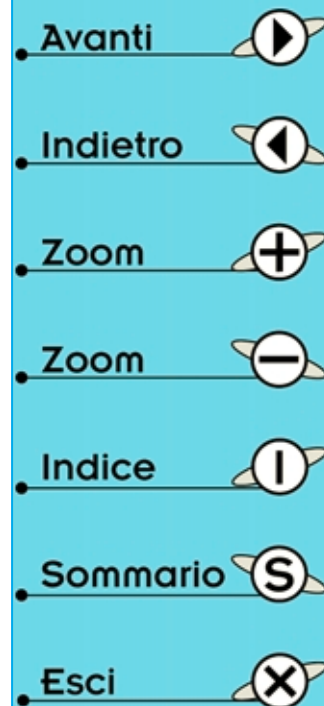
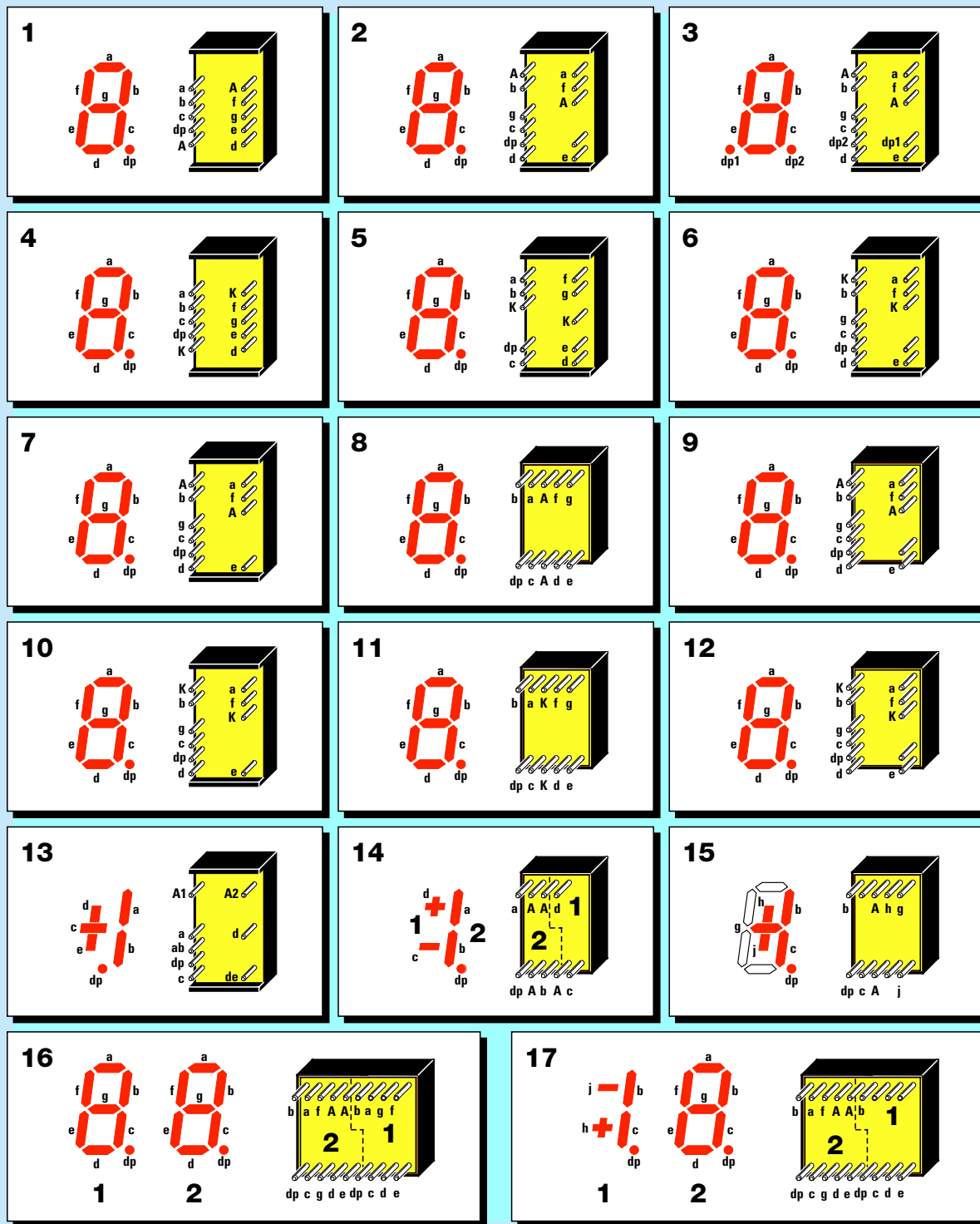



Fig.124 In questa tavola abbiamo riportato le connessioni viste da dietro dei terminali dei più comuni display a 7 segmenti. Quando li guarderete frontalmente troverete i terminali posti sul lato destro sul lato sinistro e viceversa. Guardando il disegno serigrafico in fig.123 e le connessioni del display che abbiamo utilizzato, visibile nel riquadro N.8, potete notare che i terminali di destra sono riportati sul lato sinistro. Nei riquadri 13 - 14 - 15 abbiamo riportato le connessioni dei display in grado di visualizzare il solo numero 1 ed i segni +/– e nei riquadri 16 - 17 le connessioni dei doppi display.

FOTODIODI EMITTENTI e RICEVENTI

I **fotodiodi** sono dei **diodi** che entrano in conduzione solo quando vengono colpiti da una **sorgente luminosa**.
Negli schemi elettrici questi componenti, che esternamente possono avere la forma di un **diodo** oppure di un **transistor**, vengono raffigurati come un normale **diodo** a cui si aggiungono all'esterno delle **frecce** così da poterli distinguere dai componenti **non sensibili** alla **luce**.
Se il diodo è **emittente** le frecce vengono rivolte verso l'esterno, se **ricevente** verso l'interno del componente come potete vedere nella fig.125.
In pratica possiamo paragonare i **fotodiodi** alle **fotoresistenze** perché riescono a variare la loro **resistenza ohmica** al variare della luce, con la sola differenza che i **fotodiodi** devono essere collegati alla tensione di alimentazione **rispettando** la loro polarità **positiva** e **negativa**.
Per farli funzionare bisogna collegare il terminale **Catodo** (**K**) al **positivo** di alimentazione tramite una **resistenza**, come per un normale **diodo led**, ed il loro terminale **Anodo** (**A**) al **negativo.**
La resistenza, che serve per limitare la corrente, si può collegare anche sul terminale **Anodo**.

Esistono dei **fotodiodi** sensibili alla sola **luce solare** ed altri sensibili ai **raggi all'infrarosso**, che, come sapete, sono **invisibili** al nostro occhio.
Tanto per portarvi un esempio, nel **televisore** sono presenti dei **fotodiodi all'infrarosso** che, captando i **raggi infrarossi** emessi da **diodi emittenti** sempre all'**infrarosso** presenti nel **telecomando**, ci consentono di **cambiare canale**, di **alzare** o **abbassare** il volume, di regolare la **luminosità** o di accentuare o attenuare i **colori** (fig.127).

I fotodiodi **emittenti** e **riceventi** vengono di norma usati per gli apriporta automatici (vedi fig.128), per realizzare degli antifurto o dei contapezzi.

Fig.125 Simbolo grafico dei fotodiodi Emittenti e Riceventi: notate le frecce.

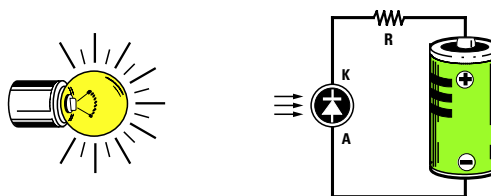
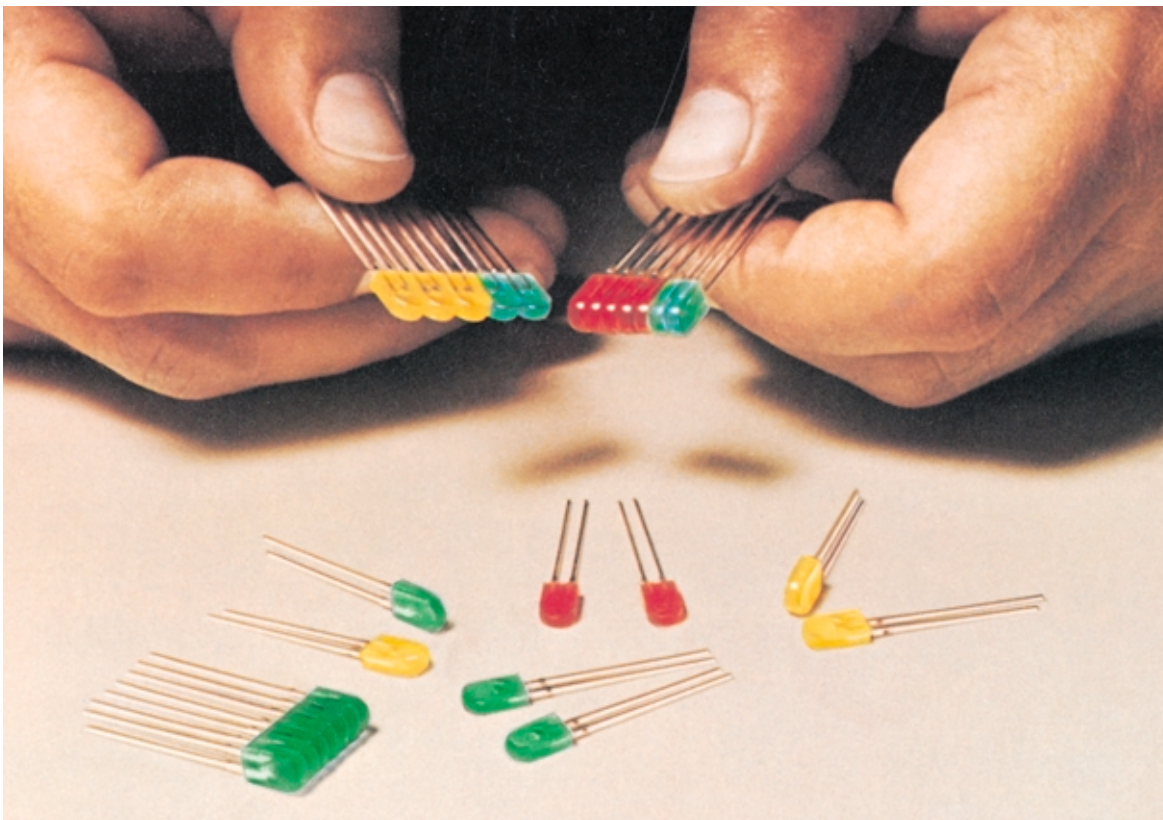



Fig.126 I fotodiodi entrano in conduzione solo se colpiti da un fascio di luce.

Fig.127 Nei radiocomandi per TV si utilizzano dei fotodiodi all'infrarosso.

Fig.128 I fotodiodi vengono utilizzati per realizzare apriporte - antifurti - contapezzi.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

6° ESERCIZIO = due semplici progetti con i diodi led

Se possedete già un saldatore potete iniziare a montare sui due circuiti stampati che ora vi proponiamo tutti i componenti richiesti, e quando avrete finito avrete realizzato due semplici, ma interessanti circuiti elettronici che funzionano con qualsiasi tipo di **diodi led**.

In questi progetti è stato usato un componente di cui ancora non abbiamo parlato, l'**integrato**, ma non preoccupatevi perché in una prossima Lezione vi verrà spiegato dettagliatamente il suo funzionamento.

LAMPEGGIATORE con 2 LED

Questo circuito è un piccolo lampeggiatore che accende alternativamente un diodo led **rosso** ed uno **verde** ad una velocità variabile che voi stessi potrete scegliere.
Per realizzare lo schema riportato in fig.131 occorre un **integrato** chiamato **NE.555** (vedi **IC1**) che noi utilizziamo come generatore di **onde quadre**.

Senza addentrarci in particolari tecnici, possiamo dirvi che ruotando il **trimmer R3** da un estremo all'altro otteniamo sul piedino **d'uscita 3** dell'integrato una frequenza variabile da **1 Hertz** a **10 Hertz**.
Poiché un'onda quadra è composta da una **semionda positiva** ed una **semionda negativa**, sul piedino d'uscita ritroviamo una tensione che passerà alternativamente da **9 volt** a **0 volt**.
Quando su questo piedino la tensione è di **9 volt**, viene alimentato l'**Anodo** del diodo led **DL2** che di conseguenza si **accende**.
Il diodo led **DL1** non può accendersi perché la tensione positiva entra sul **Catodo**.
Quando su questo piedino la tensione è di **0 volt**, il diodo **DL2** si **spegne** e si **accende** il primo led **DL1** perché sul suo terminale **Anodo** è presente la tensione positiva di **9 volt**.
Se ruotiamo il trimmer **R3** sulla frequenza di **1 Hertz**, i due led lampeggeranno molto **lentamente**, se lo ruotiamo sulla frequenza di **10 Hertz**, i diodi lampeggeranno molto **velocemente**.
Per alimentare questo circuito occorre una normale pila radio da **9 volt**.
Dopo avervi brevemente descritto lo schema elettrico di questo circuito, passiamo alla descrizione della sua **realizzazione pratica**.

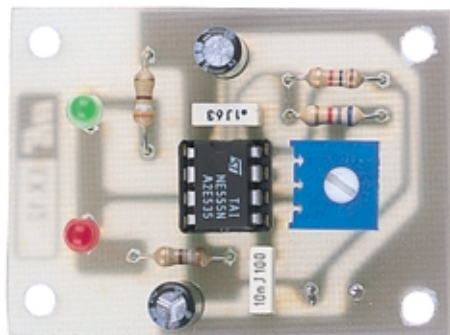



Fig.129 Come si presenta a montaggio ultimato il Lampeggiatore a due diodi led.

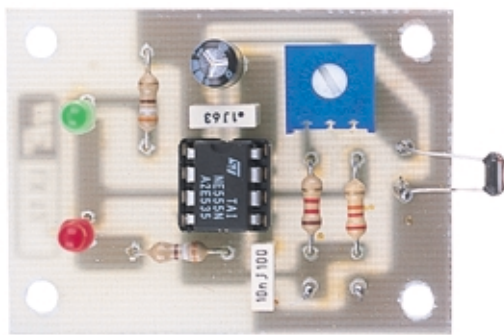



Fig.130 Come si presenta a montaggio ultimato il Rivelatore Crepuscolare.

E' alquanto difficile sbagliare il montaggio di questo come di tutti i nostri progetti, perché sul lato del circuito stampato, in questo caso lo stampato siglato **LX.5001**, in cui vanno inseriti i componenti, troverete un disegno serigrafico con le sagome e le sigle di ogni componente.

Il primo componente che dovete inserire è lo zoccolo per l'integrato **IC1** e sul lato opposto, cioè sulle piste in **rame**, dovete stagnare tutti i piedini controllando attentamente di non provocare dei **cortocircuiti** stagnando tra loro con una **grossa goccia** di stagno due piedini adiacenti.
Dopo lo zoccolo potete stagnare il **trimmer R3** e tutte le resistenze avendo l'accortezza di inserire i giusti valori dopo aver controllato nella lista dei componenti (vedi fig.131) i valori ohmici di **R1 - R2 - R4 - R5**.

Quando avete terminato di stagnare le resistenze potete inserire i due condensatori poliesteri **C1 - C3** e poi i due elettrolitici **C2 - C4** rispettando la polarità **positiva** e **negativa** dei loro terminali.
Poiché non sempre viene indicato quale dei due terminali è il **positivo**, tenete presente che questo terminale è sempre il **più lungo** dei due.
Dopo i condensatori montate i due **diodi led** rivolgendo il terminale **più lungo**, l'**Anodo**, nel foro a sinistra indicato con la lettera **A** (vedi fig.131).
A differenza dei componenti già stagnati, il corpo dei due diodi led non deve essere appoggiato sulla basetta del circuito stampato, ma deve essere tenuto distanziato di circa **1 cm.**
Dopo aver stagnato i terminali dei diodi led dovete inserire l'integrato **NE.555** nel suo zoccolo controllando su quale lato del corpo è presenta la **tacca** di **riferimento** a forma di **U**.

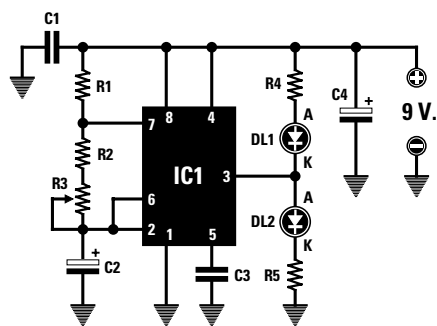
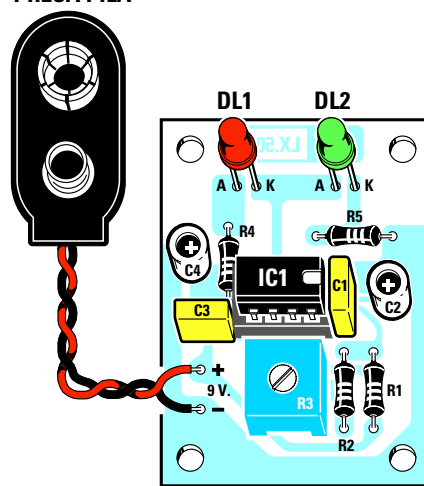



Fig.131 Sulla sinistra lo schema elettrico del Lampeggiatore a due led siglato LX.5001 completo della lista componenti e sulla destra lo schema pratico di montaggio. Si noti la tacca di riferimento a forma di "U" dell'integrato IC1 ed i terminali A - K dei diodi led.

Come risulta ben visibile nello schema pratico di fig.131, questa tacca va rivolta verso il condensatore poliestere **C1**.
Se le file dei piedini di questo integrato fossero tanto divaricate da risultare difficoltoso l'inserimento nello zoccolo, potrete restringerle pressandole sul piano di un tavolo.
Per ultimi stagnate i due fili del **portapila** inserendo il filo di colore **rosso** nel foro indicato con il segno **+** ed il filo di colore **nero** nel foro indicato con il segno **–**.
A questo punto potete collegare la **pila** da **9 volt** e i due diodi led inizieranno subito a **lampeggiare**.
Per **variare** la **velocità** con cui lampeggiano sarà sufficiente ruotare con un cacciavite dalla punta piccola il cursore del trimmer **R3**.

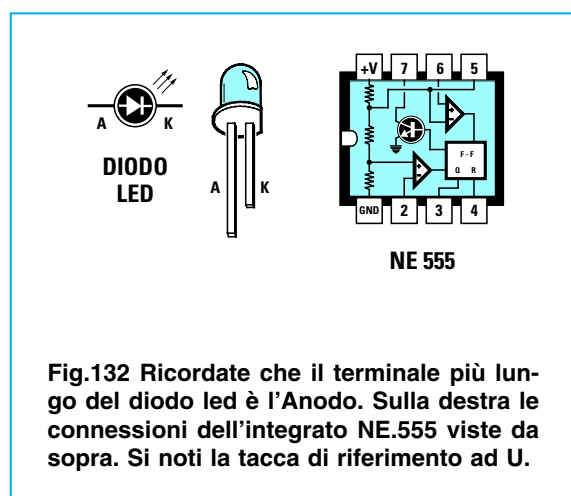



Fig.132 Ricordate che il terminale più lungo del diodo led è l'Anodo. Sulla destra le connessioni dell'integrato NE.555 viste da sopra. Si noti la tacca di riferimento ad U.

UN rivelatore CREPUSCOLARE

Questo secondo circuito è un semplice rivelatore **crepuscolare** che fa accendere il diodo led **DL2** quando c'è **luce** ed il diodo led **DL1** quando è **buio**.
I **rivelatori crepuscolari** vengono normalmente utilizzati per **accendere** in modo automatico le luci al sopraggiungere della sera e per **spegnerle** alle prime luci del mattino.
Il circuito che vi presentiamo non svolge questa funzione perché non è presente nessun **relè**, quindi quello che vedrete è solo l'accensione del diodo led **DL1** quando è **buio** e del diodo led **DL2** quando fa **luce**.
Il **trimmer R2** vi permette di regolare la sensibilità del circuito all'**oscurità**. Potete perciò far accendere il diodo led **DL1** a notte **fonda** oppure alle prime ore **serali**.
Per provare questo circuito non dovrete attendere la sera o la notte, sarà infatti sufficiente coprire la **fotoresistenza** con una mano o con uno straccio che non lasci passare la luce.

Come avete già letto nella **2° Lezione**, le **fotoresistenze** presentano la caratteristica di variare il loro valore **ohmico** in funzione della **luce** che ricevono.
Al **buio** il loro valore ohmico si aggira all'incirca sul **megaohm** e con una **luce** intensa questo valore scende a soli **100 ohm**.

In questo schema (vedi fig.133) utilizziamo ancora l'**integrato NE.555**, che avevamo già utilizzato nel circuito precedente di fig.131, non per generare delle **onde quadre**, bensì solo per **comparare** una **tensione**.
Per far funzionare l'**NE.555** come **comparatore** anziché come **oscillatore** è sufficiente collegare i suoi piedini in modo diverso dal precedente.
Se confrontate i due schemi potete notare come il secondo presenti alcune piccole differenze:

- Il piedino **7** non viene utilizzato.

- Il piedino **6** viene collegato al **positivo** di alimentazione tramite la resistenza **R3.** Nello schema precedente il piedino **6** era collegato al piedino **2.**

- La **fotoresistenza** siglata **FR1** è collegata tra il piedino **2** e la **massa**.

Quando sul piedino **2** è presente una tensione **minore** di **1/3** dei **9 volt** di alimentazione, vale a dire che non supera i **3 volt**, sul piedino **d'uscita 3** di **IC1** ritroviamo una tensione di **9 volt** che alimenta l'**Anodo** del diodo led **DL2** e di conseguenza lo **accende**.
Il primo led **DL1** non può accendersi perché la tensione positiva entra sul **Catodo**.
Quando la tensione sul piedino **2** è **maggiore** di **1/3** dei **9 volt** di alimentazione, vale a dire che è **maggiore** di **3 volt**, sul piedino **d'uscita 3** risulta presente una tensione di **0 volt**.
Di conseguenza il diodo **DL2** si **spegne** e si **accende** il primo led **DL1** perché sul suo terminale **Anodo** è presente la tensione positiva di **9 volt**.

Ora che sapete che per accendere uno dei due diodi led occorre far giungere sul piedino **2** una tensione **maggiore** o **minore** di **3 volt**, potete comprendere la funzione del **trimmer R2**.
Ruotandolo per la sua **massima** resistenza ohmica, sarà sufficiente **oscurare** di poco la **fotoresistenza** per abbassare la tensione sul piedino **2**.
Ruotandolo per la sua **minima** resistenza ohmica occorrerà molta più **luce** per abbassare questa tensione.

Dopo avervi descritto come funziona questo circuito possiamo passare alla **realizzazione pratica**.
Anche sul circuito stampato **LX.5002** troverete un disegno serigrafico con le sagome e le sigle dei componenti da inserire.

R1= 1.200 ohm 1/4 watt
R2 = 100.000 ohm trimmer
R3 = 22.000 ohm 1/4 watt
R4 = 180 ohm 1/4 watt
R5 = 180 ohm 1/4 watt
FR1 = fotoresistenza
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 10.000 pF poliestere
C3 = 47 mF elettr. 16 volt
DL1 = diodo led
DL2 = diodo led
IC1 = NE.555

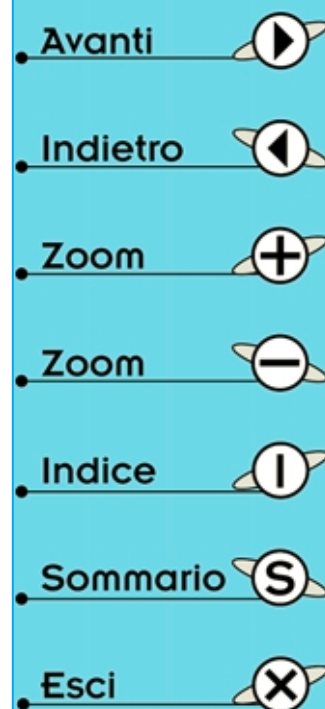
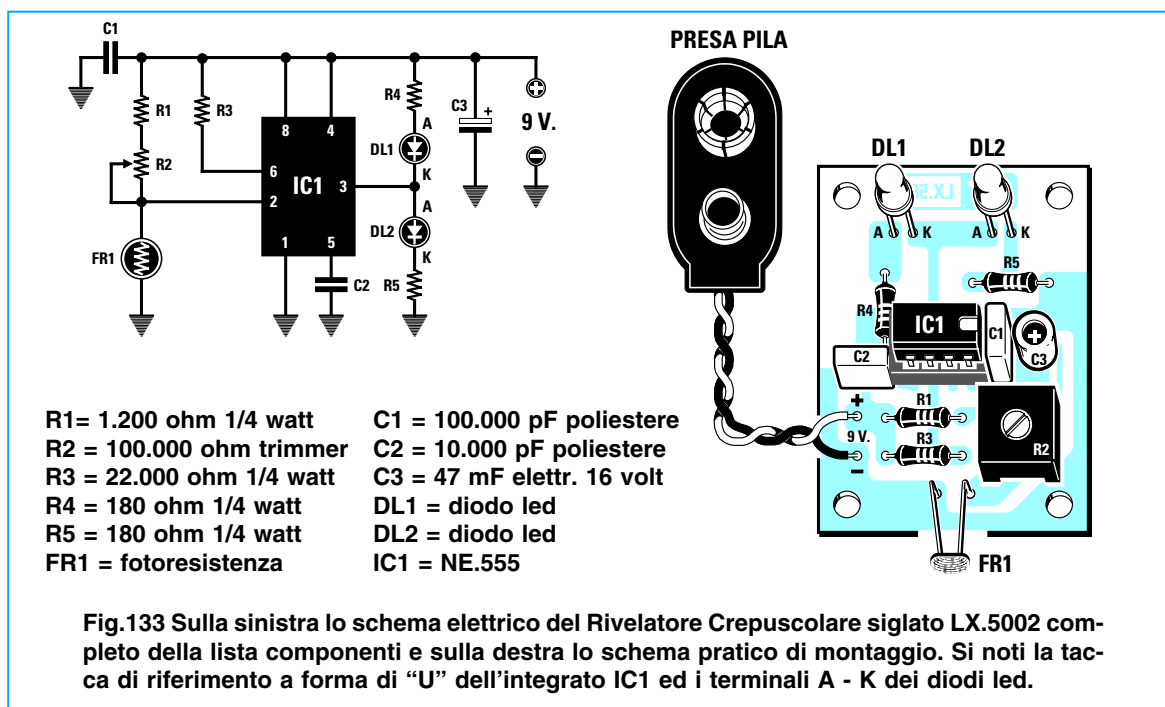



Fig.133 Sulla sinistra lo schema elettrico del Rivelatore Crepuscolare siglato LX.5002 completo della lista componenti e sulla destra lo schema pratico di montaggio. Si noti la tacca di riferimento a forma di "U" dell'integrato IC1 ed i terminali A - K dei diodi led.

Il primo componente che dovete inserire è lo zoccolo per l'integrato **IC1**, i cui piedini vanno stagnati sul lato opposto, cioè sulle piste in **rame**.
Dopo lo zoccolo potete inserire il **trimmer R2** e tutte le resistenze facendo attenzione a collocare nel posto assegnato il giusto valore ohmico che potete controllare dall'elenco dei componenti riportato in fig.133.
Quando avete terminato di stagnare le resistenze inserite i due condensatori poliesteri **C1 - C2** e l'elettrolitico **C3** rispettando la polarità **positiva** e **negativa** dei suoi terminali.

Nei due fori indicati con la sigla **FR1** stagnate i due terminali della **fotoresistenza**, poi montate i due **diodi led** rivolgendo il terminale **più lungo**, l'**Anodo**, nel foro a sinistra indicato con la lettera **A** (vedi fig.133).
Il corpo dei due diodi led non deve essere appoggiato sulla basetta del circuito stampato, ma deve essere rialzato di circa **1 cm**.
Dopo aver stagnato i terminali dei diodi led dovete inserire l'integrato **NE.555** nel suo zoccolo controllando su quale lato del corpo è presenta la **tacca** di **riferimento** a forma di **U**.
Come risulta ben visibile nello schema pratico di fig.133, questa tacca va rivolta verso il condensatore poliestere **C1**.
Per finire stagnate i due fili del **portapila** inserendo il filo di colore **rosso** nel foro indicato con il segno **+** e il filo di colore **nero** nel foro indicato con il segno **–**.

A questo punto potete inserire la **pila** da **9 volt** e vedrete accendersi subito il diodo led **DL2**.
Se coprirete la **fotoresistenza** con un panno scuro si spegnerà **DL2** e si accenderà **DL1**.
Facendo questa prova di sera potrete constatare che passando da una stanza illuminata ad una al buio si ottiene la stessa condizione.

Per **variare** la **sensibilità** alla luce sarà sufficiente ruotare con un cacciavite il cursore del trimmer **R2**.

COSTO di REALIZZAZIONE

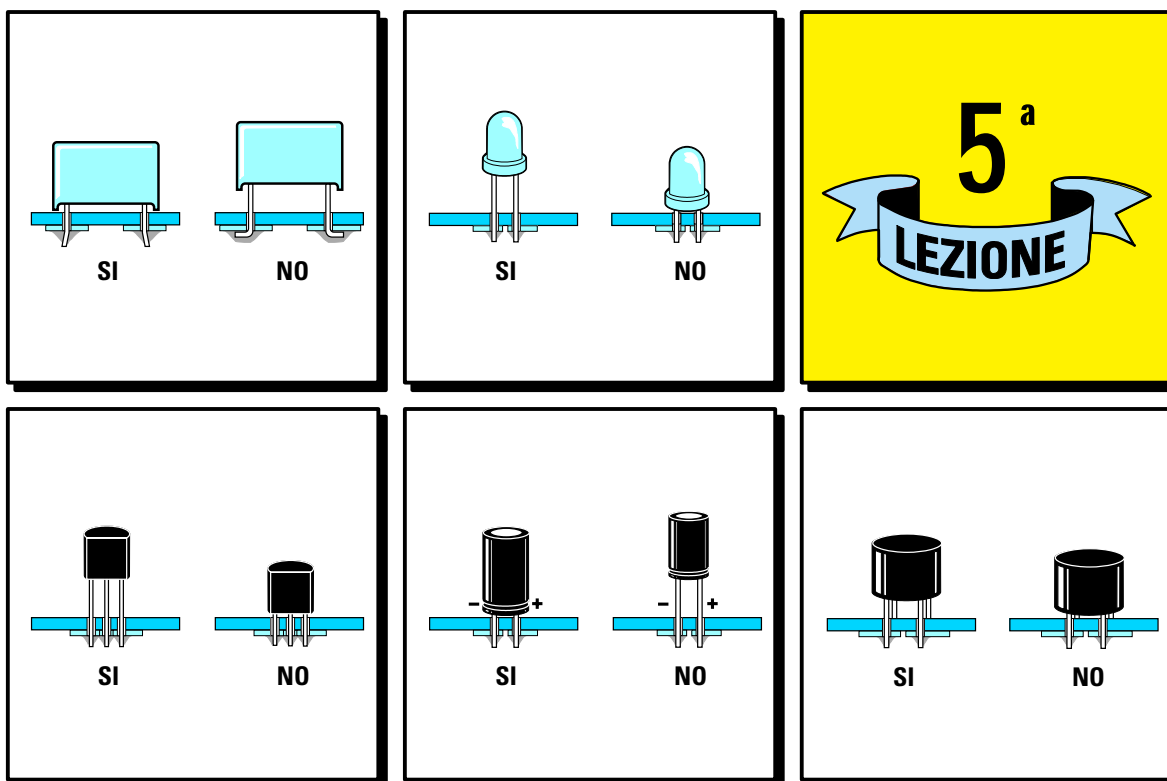
Tutti i componenti necessari per realizzare il kit **LX.5001** LAMPEGGIATORE (vedi fig.131) compreso il circuito stampato L.7.800

Tutti i componenti necessari per realizzare il kit **LX.5002** RIVELATORE CREPUSCOLARE (vedi fig.133) compreso il circuito stampato . . . L.9.500

Chi volesse richiedere questi due kit potrà rivolgersi direttamente a:

Nuova Elettronica
via Cracovia, 19 - 40139 BOLOGNA

oppure **telefonare** al numero **0542 - 64.14.90**

o spedire un **fax** al numero **0542 - 64.19.19**

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Uno degli **errori** più comuni in cui incorre chi inizia a studiare elettronica per costruire ricevitori, amplificatori, trasmettitori, frequenzimetri, apparecchiature digitali, strumenti di misura ecc., consiste nel considerare la sola teoria senza dare la giusta importanza alla pratica.

Se è vero che senza la **teoria** non è possibile progettare un circuito, è altrettanto vero che per controllare il suo esatto funzionamento è indispensabile montarlo, cioè **stagnare** su un circuito stampato appositamente disegnato componenti quali **resistenze**, **condensatori**, **transistor** ecc.

Se non **imparerete** a **stagnare**, difficilmente riuscirete a far funzionare qualsiasi progetto, quindi non sottovalutate questa Lezione, ma leggetela attentamente perché una volta apprese le tecniche per ottenere delle **perfette stagnature**, potrete iniziare subito a montare i circuiti che via via pubblicheremo, indipendentemente dalla difficoltà della loro progettazione.

Le vostre **prime** stagnature potrebbero anche non risultare **perfette**, ma vi accorgerete che con un po' di pratica miglioreranno e ben presto riuscirete a montare e a far funzionare tutti quei circuiti che oggi vi sembrano molto complessi.

Per consentirvi di eseguire i vostri primi esperimenti di elettronica abbiamo preparato un kit in cui troverete inclusi un saldatore, dello stagno ed anche dei diodi led e delle resistenze.

IMPARARE a STAGNARE i COMPONENTI ELETTRONICI

Qualsiasi apparecchiatura elettronica vogliate realizzare dovrete sempre **stagnare** su un **circuito stampato** i componenti necessari al suo funzionamento, cioè transistor - resistenze - condensatori - diodi ecc.
Di conseguenza se prima non **imparerete** a **stagnare** correttamente non riuscirete a far funzionare nemmeno il più **elementare** circuito elettronico.
Come probabilmente già saprete, la **stagnatura** serve per unire insieme due o più conduttori tramite un sottile strato di metallo chiamato **stagno** che portato in fusione permette, una volta raffreddato, di ottenere una giunzione in grado di lasciar passare anche la più debole corrente elettrica.

Poiché nessuno ha mai spiegato come si deve procedere per eseguire delle **perfette stagnature**, cercheremo di insegnarvelo, svelandovi tutti i “trucchi” per non commettere errori.
Dopo questa lezione tutti i circuiti che monterete funzioneranno all’istante.

IL SALDATORE ELETTRICO

L’attrezzo utilizzato per **sciogliere** lo stagno si chiama **saldatore** o **stagnatore elettrico** ed in commercio ne possiamo trovare di forme e con potenze diverse (vedi fig.134).
Molti **saldatori** funzionano direttamente con la tensione di rete dei **220 volt**, altri invece con **basse tensioni** di **20 - 28 volt** quindi per farli funzionare occorre collegarli ad un trasformatore che riduca la tensione di rete dei **220 volt** a **20 - 28 volt**.
Ci sono saldatori a **basso** prezzo ed altri molto più costosi, provvisti internamente di un **termostato** in grado di mantenere costante la temperatura sulla punta.

Per iniziare va benissimo un saldatore economico, perché anche con questo si riescono ad ottenere delle **stagnature perfette**, come potrebbe farle un saldatore più costoso.
Quello che fa la stagnatura **perfetta** non è il **prezzo**, ma la **mano** di chi salda.

All’interno di ogni saldatore è presente una resistenza elettrica di **nichelcromo** che, surriscaldandosi, porta la **punta in rame** posta sul sua estremità ad una **temperatura** di circa **280 - 350 gradi**.

Per stagnare i terminali di qualsiasi componente elettrico sulle piste di un **circuito stampato** è sufficiente un saldatore della potenza di **15 - 25 watt**, provvisto di una **punta** in **rame** non troppo larga per evitare di depositare dello stagno su piste vicine a quelle che stiamo stagnando.
Per stagnare oggetti di dimensioni maggiori, come ad esempio pezzi di lamierino o grossi fili di rame, occorre un saldatore di potenza maggiore, all’incirca di **30 - 40 Watt**, così da evitare che la superficie da stagnare raffreddi la **punta**.
Infatti se la **potenza** del saldatore risultasse insufficiente, lo **stagno**, non appena viene a contatto con la superficie da stagnare, passerebbe istantaneamente dallo stato **liquido** a quello **solido** senza “aderire” al metallo, perché il sottile ed invisibile **velo di ossido**, sempre presente sulla superficie di ogni metallo, non farebbe in tempo a **bruciarsi**.

Se sulla superficie di un qualsiasi terminale non viene eliminato quell’invisibile **strato di ossido**, che è sempre presente, gli **elettroni** non potranno passare, perché questo si comporta come una sottile, ma invalicabile **pellicola isolante**.

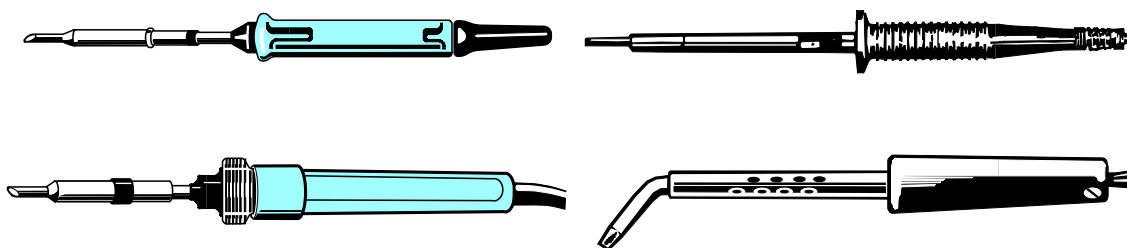
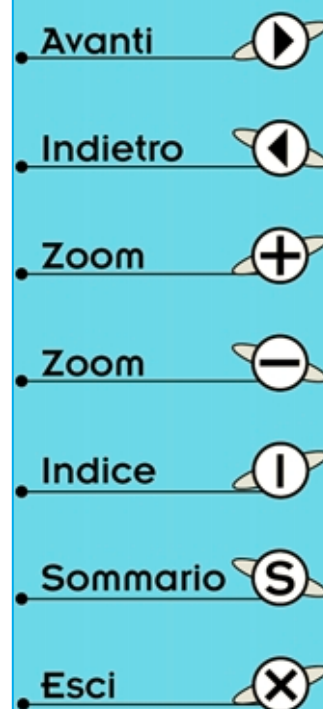
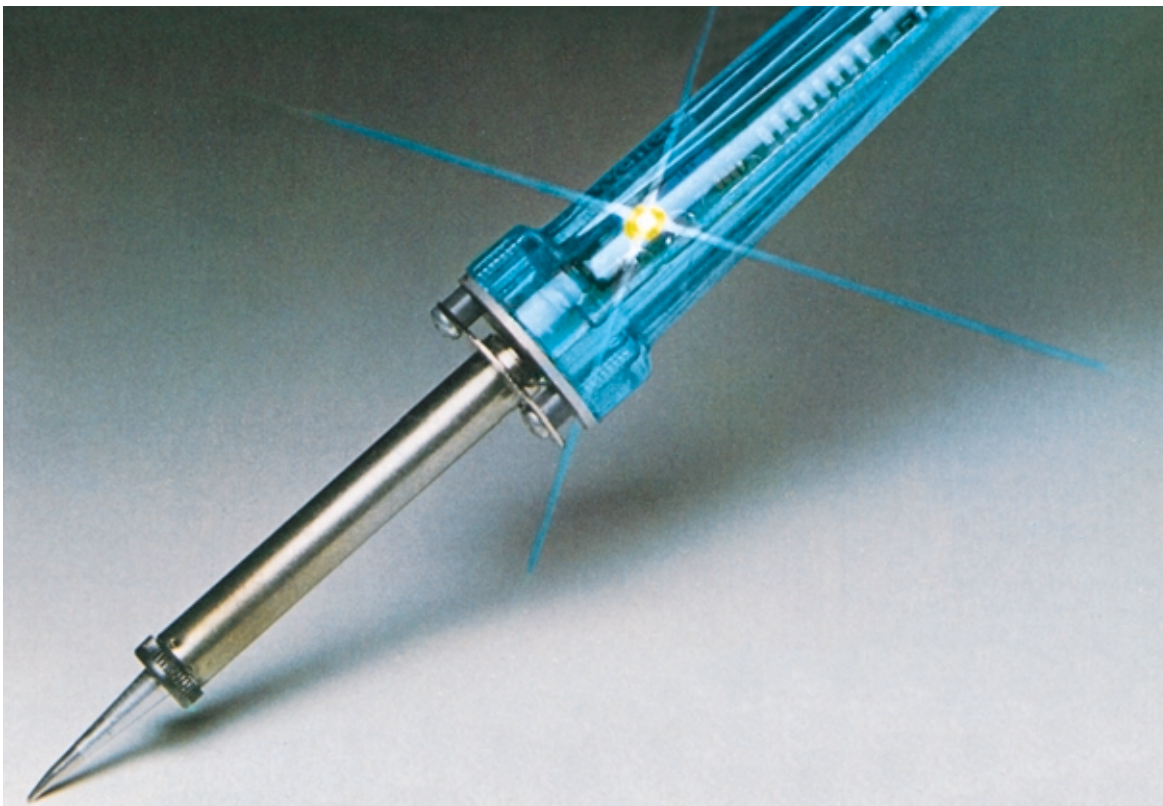



Fig.134 Possiamo reperire i saldatori elettrici con forme e con potenze diverse, in grado perciò di funzionare con la tensione di rete a 220 volt oppure con una tensione di soli 28 - 30 volt. Per stagnare i terminali di qualsiasi componente su un circuito stampato è sufficiente un saldatore che abbia una potenza compresa tra i 15 watt e i 25 watt.

Per questo motivo in elettronica si usa un particolare tipo di **stagno** "detergente" in grado di sciogliere e bruciare questi **ossidi**.
Infatti qualsiasi metallo, anche se apparentemente sembra **pulito**, a contatto con l'aria si ricopre di una **sottile pellicola** di **ossido**, sopra la quale si deposita anche un sottilissimo **velo** di grasso ogni volta che lo si tocca con le mani.
Se ritenete che le vostre mani siano perfettamente pulite provate a toccare con le dita le lenti degli occhiali e vedrete chiaramente le vostre impronte digitali sulla sua superficie.
Sappiate quindi che tutti i **terminali** delle **resistenze**, dei **condensatori**, dei **diodi**, dei **transistor** e le **piste in rame** di un **circuito stampato** anche se apparentemente sembrano **puliti** sono sempre ricoperti da uno **strato di ossido** che deve essere **eliminato** per avere un perfetto contatto elettrico.

LO STAGNO

Non tutto lo **stagno** che si acquista in ferramenta o nei supermercati si può utilizzare per i montaggi **elettronici**.
Solitamente il **primo errore** che commette un principiante è proprio quello acquistare dello **stagno** qualsiasi, ritenendo che non esista nessuna differenza tra lo **stagno comune** e quello da usare per i **montaggi elettronici**.

Lo **stagno** è una **lega**, composta da **stagno puro** e da **piombo**, la cui percentuale viene indicata sulla confezione sempre con **due numeri**, ad esempio **60/40 - 50/50 - 33/67.**

Il **primo** numero indica il contenuto di **stagno**
Il **secondo** numero indica il contenuto di **piombo**

Lo stagno da usare in elettronica è reperibile in **filo** con due diversi diametri: il tipo più comune ha un diametro di **2 millimetri**, quello più professionale ha un diametro di **1 millimetro**.

Anche se ad occhio nudo non è possibile scorgerlo, all'interno di questo sottile **filo** e per tutta la sua lunghezza (vedi fig.135), è presente della pasta chimica chiamata **disossidante** che a **caldo** si scioglie assieme allo **stagno**.
Non appena il **disossidante** viene a contatto con un **terminale ossidato**, reagisce istantaneamente **bruciando** il sottile **velo di ossido** e di **sporcizia** sempre presenti sulla sua superficie permettendo così allo **stagno** di depositarsi ed aderire su un metallo perfettamente **pulito**.

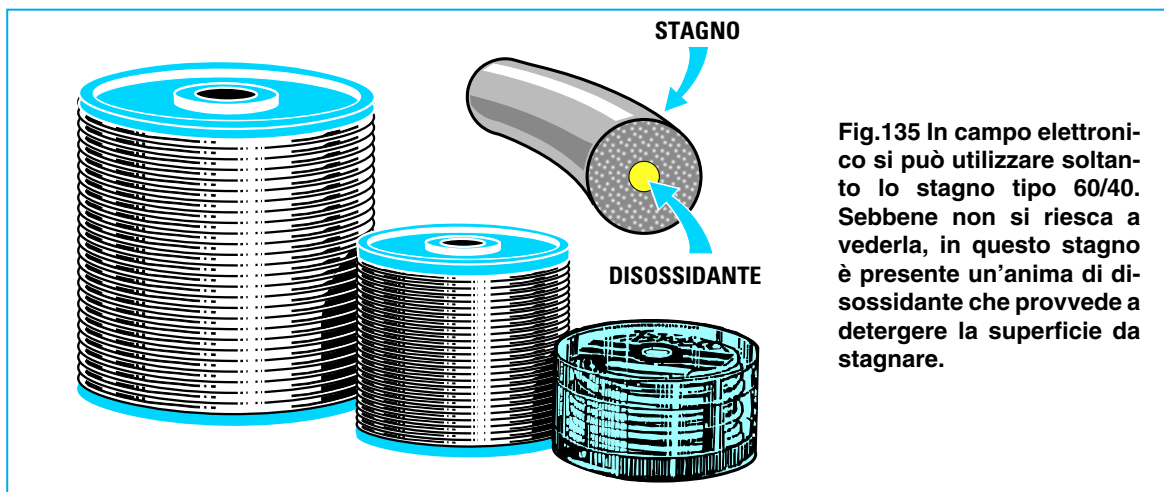



Fig.135 In campo elettronico si può utilizzare soltanto lo stagno tipo 60/40. Sebbene non si riesca a vederla, in questo stagno è presente un'anima di disossidante che provvede a detergere la superficie da stagnare.

Le leghe di stagno più comuni sono:

60/40 – Questa **lega**, composta da un **60%** di **stagno** e da un **40%** di **piombo**, è l'unica da usare per i montaggi **elettronici**.
All'interno dello **stagno 60/40** è presente un **disossidante non corrosivo** che pulisce a fondo le superfici da stagnare senza provocare una "degradazione molecolare" dei metalli. In pratica, non essendo **acido**, non otterremo mai dei fenomeni di elettrolisi anche se stagneremo assieme tipi diversi di metalli.
Questo **stagno** fonde ad una temperatura di circa **190 - 195 gradi**.

50/50 – Questa **lega** non si può usare nei montaggi **elettronici** non solo perché ha un alto contenuto di **piombo**, ma perché all'interno di questo stagno è presente un **disossidante** leggermente **acido** che col tempo **corroderebbe** la sottile pista in **rame** del **circuito stampato**.
Questo **stagno** fonde ad una temperatura di circa **210 - 215 gradi**.

33/67 – Questa **lega**, composta da un **33%** di **stagno** e da un **67%** di **piombo**, serve solo per stagnare i tegami perché al suo interno è presente un **disossidante molto acido**.
Questo **stagno** fonde ad una temperatura di circa **250 - 255 gradi**.

DISOSSIDANTI SCADENTI

Vogliamo farvi presente che esistono dei tipi di stagno **60/40** contenenti del **pessimo disossidante**. In questo caso lo noterete subito, fin dalla prima **stagnatura**.
Tutti i **disossidanti** di **ottima qualità** lasciano sui bordi delle stagnature un piccolo velo **vetrificato** di colore giallo **trasparente**, che si sfalda come **vetro** se vi premete sopra la **punta** di un **ago**.
Tutti i **disossidanti** di **pessima qualità** lasciano invece sui bordi dello stagno una **sostanza gommosa** molto scura.
Se toccherete questa sostanza con la **punta** di un **ago** si attaccherà come se fosse del **chewing-gum**.
Lo stagno che lascia questi depositi **gommosi** deve essere **scartato** perché, quando stagnerete due piste molto ravvicinate, questo **disossidante**, che ha sempre una **bassissima** resistenza **ohmica**, lascerà una patina **conduttrice** che collegherà elettricamente le piste vicine.
Da prove effettuate si è constatato che questi **disossidanti gommosi** si comportano come un'**invisibile resistenza** a **carbone** del valore di poche **migliaia** di **ohm**.
Se avete già stagnato dei componenti su un circuito stampato con un **disossidante** di **pessima qualità**, prima di alimentare il circuito dovrete accuratamente pulirlo strofinando sulla sua superficie uno straccio di cotone imbevuto di **solvente** per **vernici nitro** che troverete presso tutti i negozi di vernici.
Se non toglierete dallo stampato questo **disossidante** il circuito **non potrà** mai **funzionare**, perché tutte le piste risultano collegate tra loro dalla **bassa resistenza ohmica** del disossidante.

ACCESSORI UTILI

Oltre al **saldatore elettrico** ed allo **stagno** vi consigliamo di procurarvi questi utili accessori:

Limetta abrasiva per unghie **–** La **limetta** vi servirà per pulire i fili di rame **smaltato** dalla loro vernice **isolante**. In sostituzione della limetta potete utilizzare un ritaglio di **tela abrasiva** acquistabile a basso prezzo in ogni ferramenta.

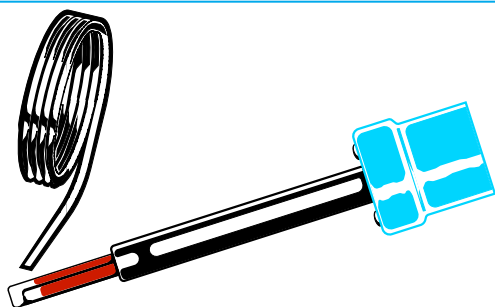
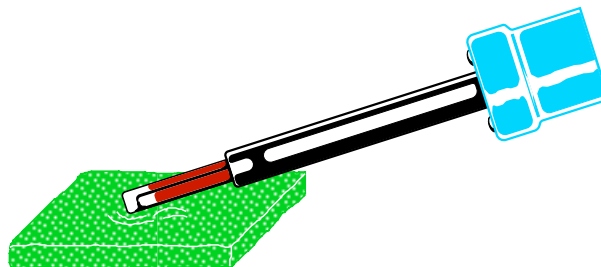



Fig.136 Prima di usare un nuovo saldatore dovete alimentarlo e, quando la sua punta si sarà riscaldata, dovete sciogliere su tutta la sua superficie un po' di stagno tipo 60/40. Il disossidante al suo interno provvederà a pulire la superficie della punta eliminando ogni traccia di ossido.

Fig.137 Dopo aver depositato lo stagno sulla punta, dovete toglierne l'eccesso sfregandola sopra uno straccio inumidito. Quando stagnerete, sulla punta non dovrà mai essere presente lo stagno fuso in precedenza.

Scatola metallica – La scatola vi servirà per appoggiare tra una stagnatura e l'altra il **saldatore** (vedi fig.138) e per raccogliere le eventuali **gocce** di stagno fuso che altrimenti potrebbero cadere sulla superficie del tavolo rovinandolo.
A tale scopo si può adoperare una piccola scatola in metallo per caramelle o per sardine, praticando da un lato un'**impronta** per appoggiare il corpo del saldatore.

Un ritaglio di **feltro** o **stoffa –** Quando la **punta** del saldatore sarà ricoperta da **scorie** o da un eccesso di stagno, potrete **pulirla** sfregandola sul **feltro** precedentemente inumidito con acqua.

Un paio di **tronchesine –** Questo utensile, che potete acquistare in ogni ferramenta, vi servirà per tagliare i terminali dei componenti elettronici che eccedono dalla basetta del circuito stampato.
In loro sostituzione potrete utilizzare anche una paio di **forbicine**, purché non abbiano delle lame troppo sottili.

PREPARARE la PUNTA del SALDATORE

Prima di usare un nuovo **saldatore** dovrete depositare sulla superficie della **punta** di **rame** un sottile **strato di stagno**.
Appena il saldatore avrà raggiunto la sua temperatura di lavoro, appoggiate sulla **punta** il **filo** di **stagno** ed attendete che il **disossidante** bruci lo **strato di ossido** presente sulla sua superficie.
Quando l'**ossido** si sarà bruciato vedrete lo stagno depositarsi uniformemente su tutta la superficie.
A questo punto ripulite subito la **punta** ancora **calda** con uno **straccio inumidito** per togliere ogni eccesso di stagno.
Lo stagno già fuso andrà tolto dalla punta del saldatore perché il **disossidante** contenuto al suo interno si è già bruciato nel **pulire** la punta.
Perciò se lo userete per stagnare i componenti su un circuito stampato, poiché è sprovvisto di disossidante lo stagno non riuscirà a bruciare gli **strati di ossido** e tra il terminale e lo stagno rimarrà una pellicola **isolante** (vedi figg.155-156).

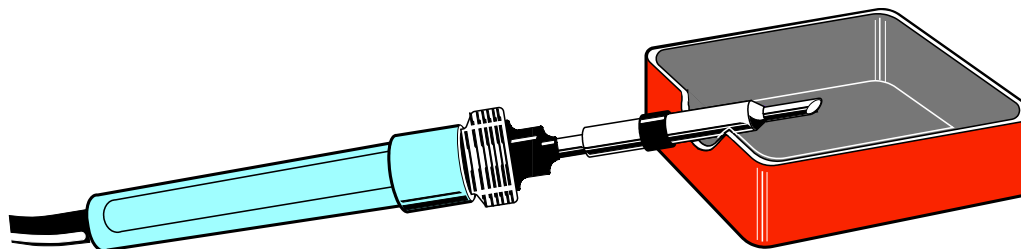



Fig.138 Per appoggiare il saldatore quando non viene usato può essere utile una piccola scatola metallica, in cui dovrete predisporre un piccolo incavo ad U atto a sostenerlo stabilmente. Se all'interno della scatola sistemerete un pezzo di stoffa o di feltro inumidito potrete pulire la punta dallo stagno in eccesso tutte le volte che risulta sporca.

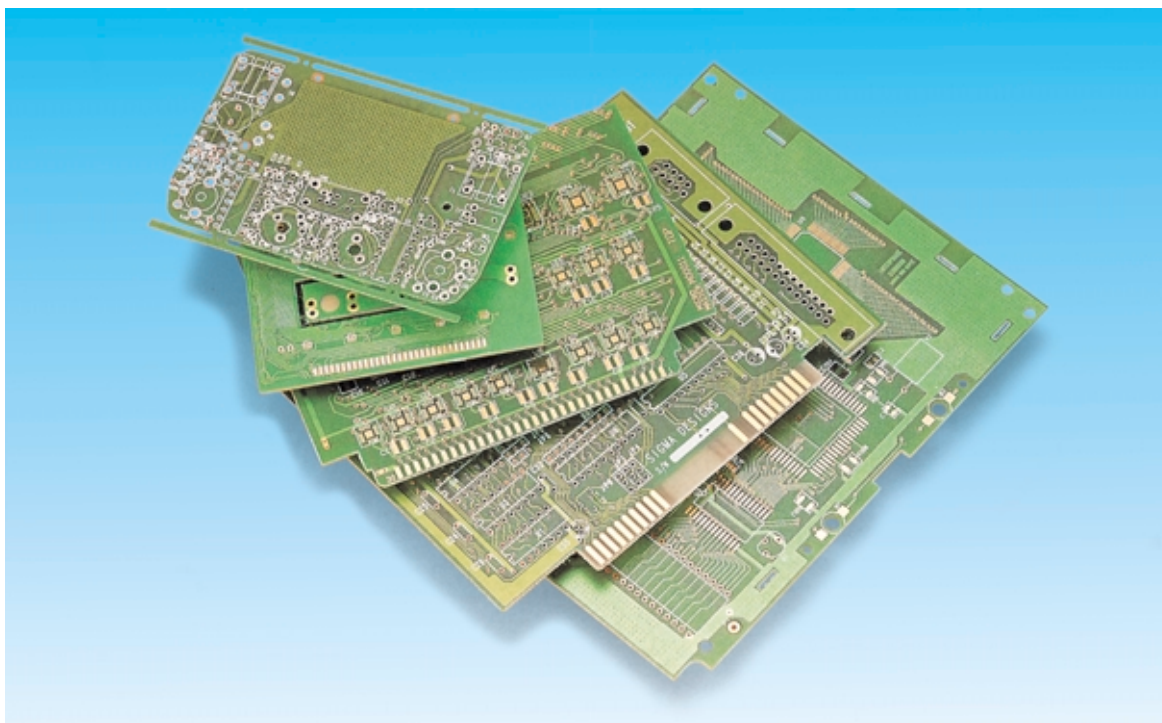



Fig.139 Per realizzare un progetto tutti i componenti vengono oggi montati su un circuito stampato, cioè su una basetta di vetronite con tante piste in rame che nel loro percorso collegano i vari componenti come lo richiede lo schema elettrico. I circuiti stampati possono essere a monofaccia o a doppiafaccia (vedi figg.151 - 152).

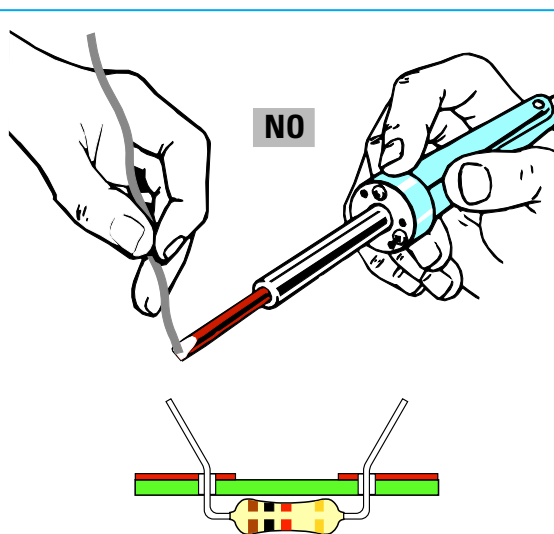



Fig.140 Per ottenere delle perfette stagnature NON DOVETE mai sciogliere lo stagno sulla punta del saldatore e poi depositarlo sul terminale, perché il disossidante pulirà la punta del saldatore e non il terminale sporco e ossidato del componente da stagnare.

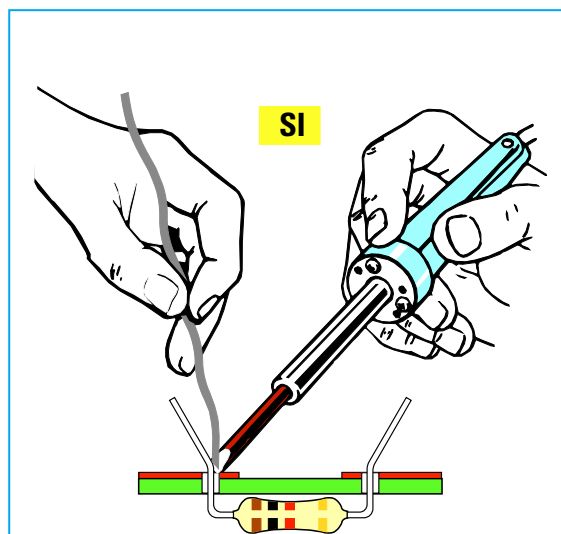



Fig.141 Le stagnature risulteranno perfette solo se appoggiate la punta PULITA sulla pista dello stampato e vicino a questa sciogliete lo stagno necessario. Il disossidante riuscirà così a bruciare gli ossidi presenti sul terminale e sullo stampato pulendoli.

COME si STAGNA

Per stagnare qualsiasi terminale dei componenti elettronici su un **circuito stampato** dovrete procedere come segue:

1° – Appoggiate la **punta** del saldatore perfettamente pulita, cioè **senza stagno**, sulla **pista** del circuito stampato in modo da riscaldare la **pista** ed il **terminale** da **stagnare** (vedi fig.141).

2° – Dopo pochi **secondi** avvicinate il **filo** di **stagno** sulla **pista** e fondetene una **piccola** quantità, all'incirca non più di **2 - 3 millimetro** di **filo**.
Se ne depositerete una quantità maggiore **sprecherete** soltanto dello stagno.

3° – Tenete il saldatore fermo per circa **5 - 6 secondi** sul punto in cui avete **fuso** lo **stagno** per permettere al **disossidante** di **bruciare** tutti gli **ossidi** presenti sulle superfici.

4° – Durante questi **5 - 6 secondi** vedrete fuoriuscire dalla stagnatura un sottile velo di **fumo** prodotto dagli **ossidi** che si stanno volatilizzando.

5° – Solo dopo che tutti gli **ossidi** si saranno **bruciati** vedrete lo **stagno** aderire perfettamente alle superfici **pulite**, assicurando così un buon contatto elettrico.

6° – Una stagnatura **perfetta** si riconosce subito, perché la **goccia** di stagno oltre a rimanere di un bel colore **argento** si deposita uniformemente attorno al terminale (vedi fig.154).

7° – Terminata una **stagnatura** prima di passare alla successiva dovrete pulire la **punta** del saldatore dallo **stagno fuso** rimasto sfregandola sul **feltro inumidito** o sulla **stoffa** che dovete avere sempre a portata di mano.

8° – Il motivo per cui occorre **togliere** dalla **punta** del saldatore lo stagno rimasto è molto semplice.
Questo stagno è privo di **disossidante** in quanto si è volatilizzato nella stagnatura appena effettuata, quindi se venisse nuovamente usato non potrebbe bruciare l'ossido quindi tra il **terminale** e la **pista** in rame rimarrebbe una sottile **pellicola isolante** che impedirebbe agli **elettroni** di passare.

9° – Una stagnatura **imperfetta** si riconosce a prima vista perché lo stagno anziché apparire di un bel colore **argento** risulta di colore **grigio opaco** con una superficie rugosa come la **buccia** di un'arancia (vedi figg.154-155).

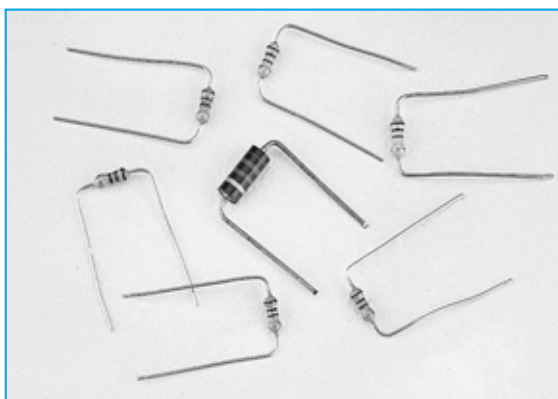



Fig.142 Prima di inserire tutte le resistenze ed i diodi nei fori presenti sul circuito stampato vi consigliamo di ripiegare ad U i loro terminali cercando di mantenere il corpo del componente al centro.

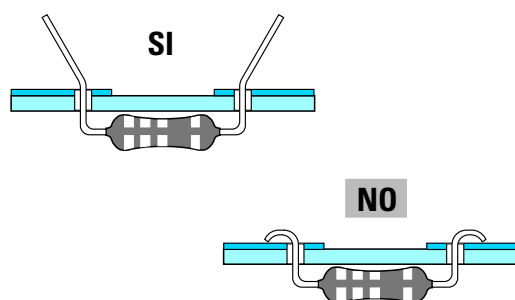



Fig.143 Per evitare che, capovolgendo lo stampato, la resistenza si sfili, dovete divaricare i suoi terminali a V. Non ripiegateli mai ad L sulle piste dello stampato.

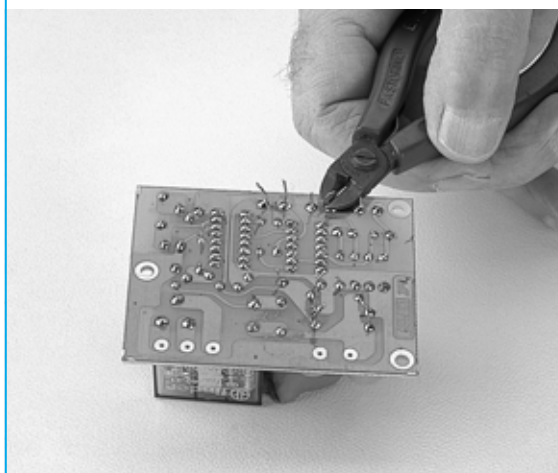



Fig.144 Dopo aver stagnato sullo stampato i due terminali della resistenza o del diodo, dovete tagliarne l'eccedenza con un paio di piccole tronchesine.

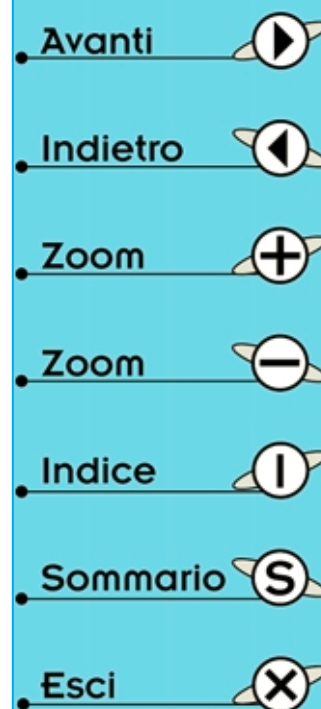



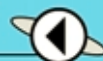
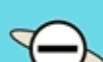
Fig.145 Tutti i saldatori professionali, cioè quelli più costosi, sono dotati di una serie di punte intercambiabili che possono avere forme diverse. Le punte sottili vengono adoperate per stagnare terminali molto ravvicinati, le punte medie per normali stagnature e le punte più larghe per stagnare superfici che potrebbero raffreddare una punta sottile.

10° – Se vedete una stagnatura **imperfetta** potrete rifarla appoggiandole sopra la **punta** del saldatore **ben pulita** e sciogliendo sulla pista del circuito stampato una **nuova goccia** di stagno.
Quando lo stagno si è sparso uniformemente attorno al terminale, potrete levare il saldatore.

11° – Se vi accorgete di aver depositato un **eccesso** di stagno potrete asportarlo appoggiando sulla stagnatura una **punta** perfettamente **pulita**.
Lo stagno **eccedente** si depositerà così sulla **punta** e per toglierlo dalla sua superficie basterà pulirla con il **feltro inumidito**.
Ripetendo più volte questa operazione riuscirete ad asportare anche notevoli eccessi di stagno.

12° – Se notate che tutte le vostre **stagnature** risultano **opache** e **rugose** cambiate stagno, perché quello che state usando e senz'altro del tipo **50/50** e quindi non idoneo nei montaggi elettronici.

IL CIRCUITO STAMPATO

Tutti i componenti elettronici vengono oggi normalmente montati su **circuiti stampati** provvisti di **piste** in **rame** disegnate in modo da collegare tra loro tutti i terminali dei componenti come richiesto dallo **schema elettrico**.
Dal lato dei componenti di un circuito stampato dovrebbe sempre essere riportato un **disegno serigrafico** (vedi fig.150), vale a dire un disegno con le **sagome** di tutti i componenti da montare definiti dalla loro **sigla**, ad esempio **R1 - R2** ecc. (resistenze), **C1 - C2** ecc. (condensatori), **DS1 - DS2** ecc. (diodi), **TR1 - TR2** ecc. (transistor).

Un circuito stampato si dice **monofaccia** quando le **piste** in **rame** sono presenti da **un solo** lato del supporto isolante (vedi fig.151), si dice a **doppia faccia** quando le **piste** in **rame** sono presenti su entrambi i **lati** del supporto isolante (vedi fig.152).

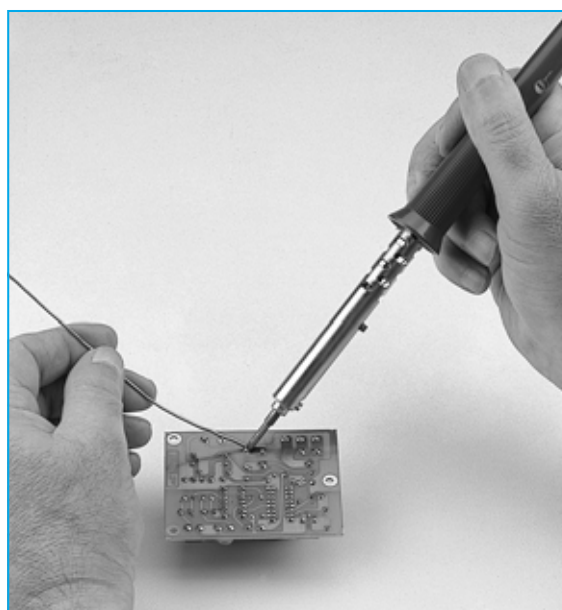



Fig.146 Dopo aver sciolto lo stagno vicino al terminale che fuoriesce dallo stampato, dovete tenere il saldatore sulla pista fino a quando lo stagno non si sarà depositato attorno al terminale.

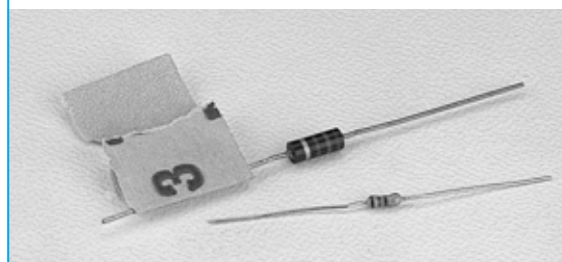



Fig.147 Se notate che il terminale di un componente è molto sporco o ossidato vi conviene prima pulirlo con un po' di carta smeriglia e poi depositare sulla sua superficie un sottile velo di stagno.

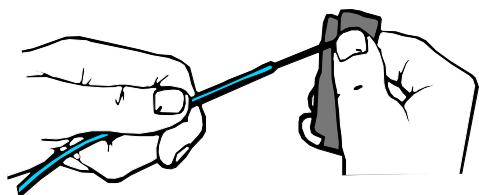
Nei circuiti stampati a **doppia faccia** le piste in rame poste su un lato sono elettricamente collegate con le piste in rame poste sull'altro lato tramite un sottile strato di rame depositato sul diametro **interno** di ogni **foro**.
Per questo motivo **non dovrete mai** allargare i **fori** di un circuito a **doppia faccia**, perché eliminereste così quel sottile strato di rame che è stato depositato per collegare **elettricamente** le piste **superiori** a quelle **inferiori**.

COME STAGNARE i CONDENSATORI

Per stagnare i terminali dei condensatori **poliesteri - ceramici - elettrolitici** sul circuito stampato è sufficiente inserirli nei due fori predisposti, appoggiando il loro corpo sulla superficie dello stampato (vedi fig.157).
Per evitare che questi componenti si **sfilino** quando si capovolge lo stampato per stagnarli sulle piste in rame, dovrete leggermente divaricare i due terminali come visibile nella fig.157 a sinistra.
Se i terminali sporgono di molto dal circuito stampato, dopo averli stagnati dovete **tagliare** la parte in eccesso utilizzando un paio di tronchesine.
Non ripiegate mai i terminali ad **L** perché se un domani doveste toglierli oltre a rendere l'operazione più difficoltosa potreste correre il rischio di danneggiare le **piste** in **rame**.

COME STAGNARE le RESISTENZE

Prima di stagnare una **resistenza** sul circuito stampato dovete ripiegare i due terminali ad **U** cercando di tenere il **corpo** esattamente al centro (vedi fig.142).

Questa **centratura** del corpo serve unicamente per ottenere un montaggio **esteticamente** ben presentabile. Non è infatti molto bello vedere su uno stampato le resistenze non centrate nei loro due fori.

Dopo aver ripiegato i due terminali ad **U** con l'aiuto di una piccola pinza, inseriteli nei loro fori pressando la resistenza in modo che il suo corpo appoggi perfettamente alla superficie dello stampato (vedi fig.158).
Per evitare che la resistenza si possa **sfilare** quando capovolgerete lo stampato per stagnare i terminali, divaricateli leggermente (vedi fig.143).
Poiché i terminali delle resistenze sono sempre molto lunghi dovrete **accorciarli** con una tronchesina.
Se notate che i terminali risultano **molto ossidati**, prima di stagnarli puliteli sfregandoli con un po' di **tela smeriglia**.

COME STAGNARE i DIODI

Per stagnare i diodi **raddrizzatori** ed i **diodi zener** si usa la stessa tecnica utilizzata per le resistenze, rispettando la **polarità** dei loro terminali quando li inserite nel circuito.
Come abbiamo già spiegato, uno dei terminali è l'**Anodo** e l'altro è il **Catodo**, quindi se li invertite il circuito **non potrà** mai **funzionare**.
Sul circuito stampato dovrebbe sempre essere indicato da quale lato rivolgere l'**Anodo** e da quale lato il **Catodo**.

COME STAGNARE i DIODI LED

Per stagnare i **diodi led** nel circuito stampato è sufficiente inserire i terminali nei rispettivi fori **rispettando** la loro **polarità** (vedi fig.159).
Il corpo di questi diodi **non** deve essere mai spinto a fondo in modo che appoggi sulla basetta del **circuito stampato**, ma deve sempre essere tenuto distanziato di circa **5 mm** o più.
I **5 mm** di terminale che si lascia tra il **corpo** ed il **circuito stampato** eviteranno che il calore dello **stagno fuso** possa raggiungere il minuscolo **chips** posto all'interno del diodo **distruggendolo**.

Fig.148 Tutti i fili di rame rigido sono ricoperti da uno strato di vernice isolante, perciò prima di stagnarli raschiateli con la carta vetrata per mettere a nudo il rame.

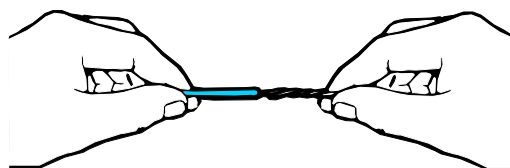
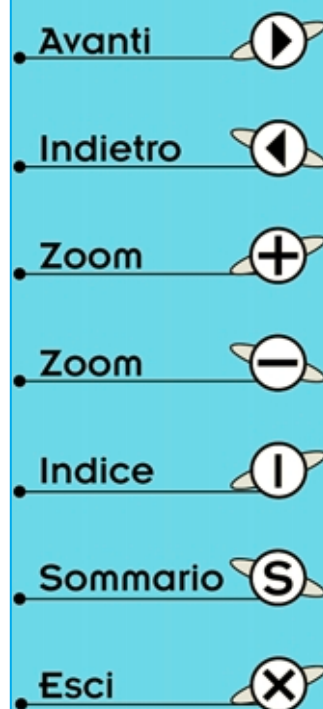



Fig.149 Prima di stagnare i sottilissimi fili flessibili, presenti in un cavetto ricoperto in plastica, vi conviene sempre attorcigliarli per evitare che si sfilaccino.

COME STAGNARE i TRANSISTOR

I **tre** terminali dei **transistor**, **Emettitore** - **Base** - **Collettore**, vanno inseriti nei rispettivi fori dello stampato **controllando attentamente** la loro disposizione.
Normalmente su tutti i circuiti stampati dovrebbero sempre essere riportate in corrispondenza dei fori le lettere **E - B - C** oppure dovrebbe essere disegnata la forma semicircolare del corpo, proprio per evitare di inserire questo componente in senso **inverso** al richiesto.
Il corpo plastico dei **transistor** di **bassa potenza** deve essere tenuto distanziato dalla superficie del circuito stampato di circa **8 - 10 mm**, quindi non accorciate mai i suoi terminali (vedi fig.160).
In questo modo il calore dello **stagno** non potrà mai raggiungere il microscopico **chip** interno del transistor con il rischio di **danneggiarlo**.
Lasciando i terminali lunghi **8 - 10 mm** potremo tenere il saldatore sul punto da stagnare anche per lunghi tempi, senza correre il rischio di surriscaldare il suo **chip** interno.

Nota: la parola **chip** indica il microcircuito interno del semiconduttore.

Per motivi estetici cercate di collocare il corpo del transistor in posizione **verticale** e non **inclinato**.

COME STAGNARE i PONTI RADDRIZZATORI

I quattro terminali del **ponte raddrizzatore** vanno inseriti nei rispettivi fori presenti sul circuito stampato, controllando attentamente di inserire i due terminali contrassegnati da una **S** (simbolo della tensione **alternata**) nei due fori in cui entra la tensione alternata ed il terminale **positivo** nel foro contrassegnato da un **+**.
Non conviene mai appoggiare il corpo del **ponte raddrizzatore** allo stampato, perché tende a scaldarsi (vedi fig.162).

PER STAGNARE un FILO di RAME

Prima di **stagnare** un filo di **rame** su un circuito stampato è necessario prepararlo **togliendo** dalla sua superficie lo strato di **smalto isolante** che lo ricopre e che spesso trae in inganno perché è dello stesso colore del **rame**.
Con la **limetta da unghie** o con un pezzetto di **tela smeriglia** raschiate l'estremità del filo da stagnare (vedi fig.148).
Dopo aver asportato lo **smalto** vi consigliamo di depositare sul **rame nudo** un sottile strato di **stagno** controllando che non sia rimasto sulla sua superficie un sottilissimo strato di vernice.

LA DISSALDATURA

Se nell'eseguire una stagnatura si fonde un **eccesso** di stagno è molto facile congiungere due **piste adiacenti** provocando così un cortocircuito.
Per evitare questo inconveniente consigliamo di tenere il saldatore in posizione quasi **verticale** e di sciogliere sul punto da stagnare non più di **2 - 3 millimetri** di stagno.
Terminate tutte le **stagnature** vi conviene controllare sempre con una lente d'ingrandimento, le stagnature effettuate nei punti molto **ravvicinati**, quali ad esempio i piedini degli **zoccoli** degli **integrati** e dei **connettori** per verificare che non vi siano dei **cortocircuiti**.
Per togliere una **grossa goccia** di stagno che ha congiunto due piste adiacenti dovete pulire la **punta** del saldatore sfregandola sopra il **feltro inumidito**, dopodiché potete appoggiarla sulla pista **cortorcircuitata**. In tal modo parte dello **stagno fuso** verrà prelevato dalla punta.
Dopo aver pulito nuovamente la **punta** con il **feltro inumidito** così da asportare lo stagno che si era depositato, ripetete l'operazione fino ad eliminare il **cortocircuito**.

È molto importante saper **dissaldare** perché vi capiterà spesso di dover rimuovere da un circuito stampato un **transistor bruciato** o di dover sostituire un componente con un altro di diverso valore.
Per non danneggiare le **piste** del **circuito stampato** si dovrebbe cercare di togliere dalla stagnatura più stagno possibile in modo da liberare il terminale.

Il sistema più economico per asportare lo stagno è quello di utilizzare uno spezzone di **calza schermata**, che potrete prendere da un **cavetto schermato**, oppure una trecciola di **fili flessibile**, che potrete prelevare da un normale cavetto per **impianti elettrici**.
Collocando sopra la stagnatura la **calza metallica** o la **trecciola** di fili ed appoggiando sopra questa la **punta** del saldatore (vedi fig.163), vedrete il calore **fondere** lo stagno sottostante e per il fenomeno della **capillarità** parte dello stagno verrà assorbito dalla **calza metallica** o dalla **trecciola**.
Ripetendo più volte questa operazione si riuscirà a togliere quasi tutto lo stagno.
Ovviamente lo spezzone di **calza** o **trecciola** che ha già **assorbito** parte dello stagno non sarà più riutilizzabile, quindi ogni volta lo dovremo **tagliare**.
Se mentre lo stagno è **fuso** premerete la **calza** o la **trecciola**, i terminali dei componenti scenderanno verso il basso rendendo più facile la loro rimozione.

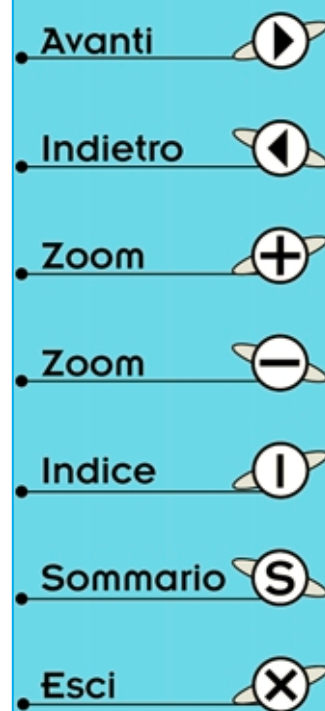
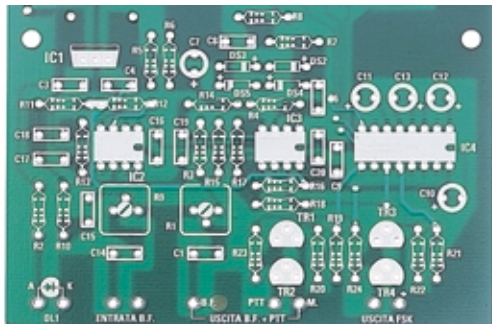



Fig.150 Sul lato del circuito stampato in cui andranno inseriti i componenti dovrebbero sempre essere riportati un disegno serigrafico e la sigla dei componenti da stagnare.

Fig.151 Vengono chiamati circuiti stampati MONOFACCIA quelli che hanno le piste in rame poste da un solo lato della basetta isolante utilizzata come supporto. I circuiti stampati professionali utilizzano come supporto isolante la vetronite.

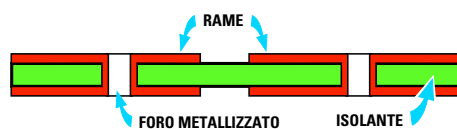



Fig.152 Vengono chiamati circuiti stampati a DOPPIA FACCIA quelli che hanno le piste in rame su entrambe le facce della basetta. All'interno di ogni foro è presente uno strato di rame che collega le piste sottostanti con quelle superiori.

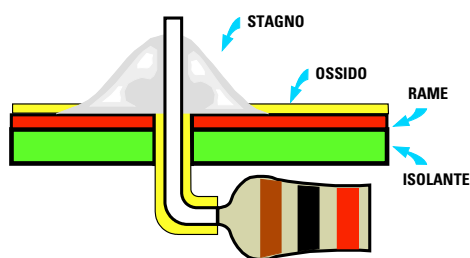



Fig.153 Una perfetta stagnatura si riconosce subito perché lo stagno si spande uniformemente e rimane di colore argento.

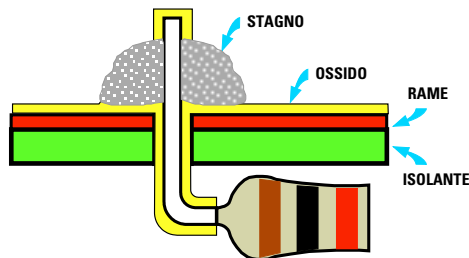



Fig.154 Se spostate subito il saldatore, il disossidante non avrà il tempo di bruciare lo strato di ossido presente sulla pista.

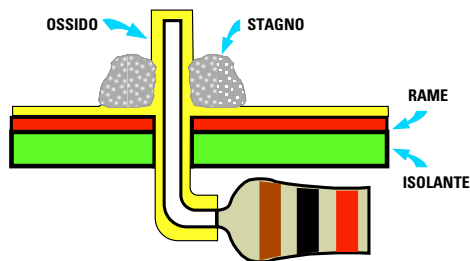



Fig.155 Non depositate mai sul punto da stagnare dello stagno già utilizzato, perché questo è privo del suo disossidante.

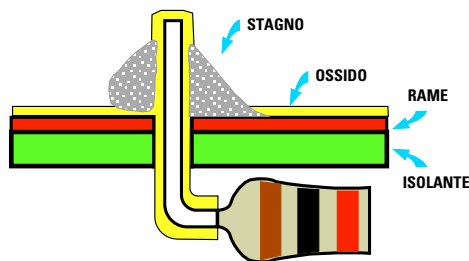



Fig.156 Una stagnatura mal fatta risulta rugosa e opaca e lascia su tutte le superfici un velo di ossido isolante.

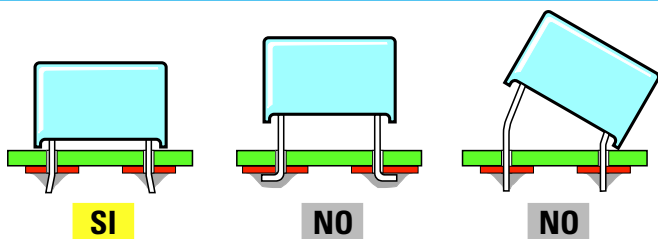



Fig.157 Il corpo di un condensatore va sempre appoggiato sul circuito stampato. Se collocate il condensatore sollevato o con il corpo inclinato da un lato otterrete un circuito esteticamente poco presentabile.

Fig.158 Anche il corpo delle resistenze va appoggiato al circuito stampato. Se volete ottenere un montaggio che abbia un aspetto professionale non montate le resistenze come visibile nelle figure con un NO.

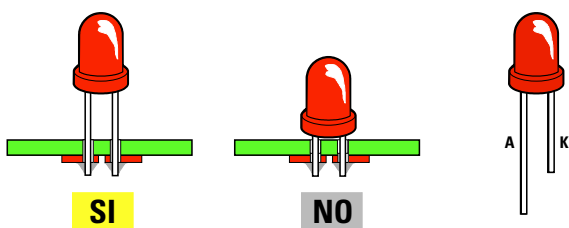
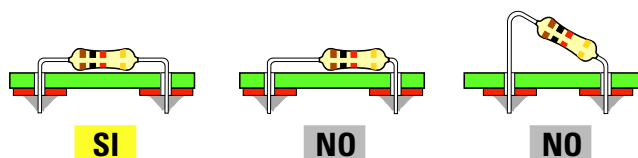



Fig.159 Solo i diodi led vanno montati tenendo il loro corpo distanziato dallo stampato di circa 5 mm o più. Ricordate che il terminale più lungo è l'Anodo ed il più corto è il K = Catodo.

Fig.160 Altri due componenti da non appoggiare sullo stampato sono i transistor e i fet. Prima di stagnare i terminali controllate sempre che il corpo del transistor sia rivolto nel giusto verso.

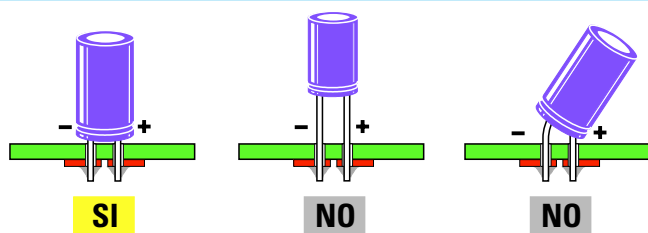
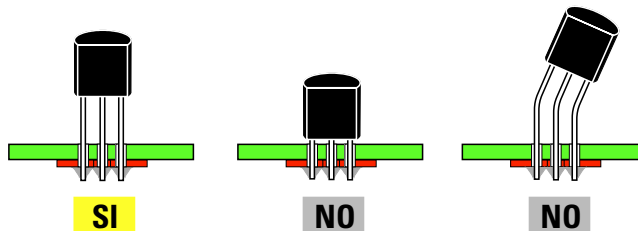
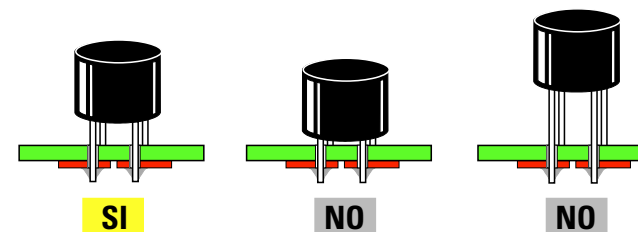



Fig.161 Il corpo dei condensatori elettrolitici va sempre appoggiato sulla basetta del circuito stampato. Non dimenticate che i terminali di questi condensatori sono polarizzati.

Fig.162 Anche quando inserite un ponte raddrizzatore dovete tenere il suo corpo leggermente distanziato dal circuito stampato di 5 - 6 mm, come visibile nella prima figura a sinistra.

La ragione per cui in precedenza vi abbiamo consigliato di non **ripiegare mai** ad **L** sul **circuito stampato** i terminali di qualsiasi componente, ma solo di divaricarli leggermente è proprio motivata dal fatto di poterli facilmente **dissaldarli** senza **danneggiare** il circuito stampato.

In commercio esistono dei **dissaldatori** a stantuffo (vedi fig.170) in grado di togliere con estrema facilità tutto lo stagno fuso.
Per usarli basta spingere a fondo lo **stantuffo**, poi appoggiare il suo **beccuccio** plastico sullo stagno **fuso** quindi **premere** il pulsante di blocco dello stantuffo.
Questo ritornando velocemente nella posizione originale per la presenza di una **molla di richiamo** aspirerà tramite il suo beccuccio tutto lo **stagno fuso**.

Esistono inoltre degli **accessori** che, inseriti in sostituzione della **punta stagnante**, permettono di dissaldare contemporaneamente tutti i piedini i **14 - 16 - 20** piedini degli **zoccoli** di un integrato, ma, a nostro avviso, non sono molto pratici, anche perché lo stagno fuso spesso si spande sulle piste adiacenti.

E' meglio optare per i **dissaldatori** a **stantuffo** che tolgono dallo stampato tutto lo stagno **fuso** di ogni singola stagnatura.

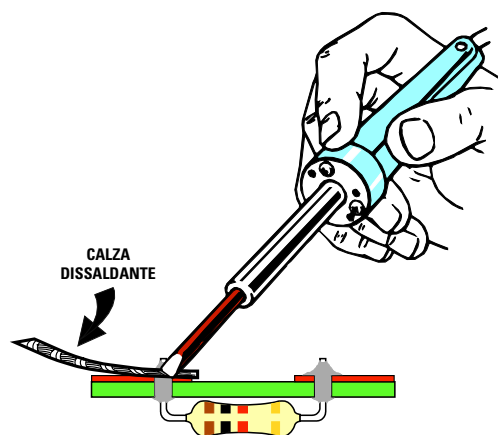



Fig.163 Per dissaldare un componente potete appoggiare sulla stagnatura uno spezzone di calza schermata o una trecciola di filo. Lo stagno che la punta del saldatore fonderà, verrà così assorbito dalla calza o dai sottili fili di rame.

QUELLO che NON DOVRETE mai FARE

Se qualcuno in passato vi ha consigliato di fondere lo **stagno** sulla **punta** del saldatore per poi depositarlo nel punto da stagnare, sappiate che costui **non ha mai** montato un circuito elettronico.
Sciogliendo lo **stagno** sulla **punta** del saldatore, il **disossidante** contenuto all'interno della sua anima si **brucia** sulla punta, quindi sul terminale che dovrete stagnare andrete a depositare dello **stagno inerte**, sprovvisto di **disossidante**, ed in questo modo sul terminale rimarrà uno **strato di ossido**.
Poiché l'**ossido** è una **pellicola isolante** non otterrete mai un **perfetto** contatto elettrico tra le superfici che avrete congiunto.
Per la presenza dello **strato di ossido** questo tipo di stagnature oltre a rendere **instabile** il funzionamento del circuito, può generare del **fruscio** ed in certi casi a far **bruciare** anche qualche transistor.
Un'altra cosa che non dovete assolutamente fare è quella di **stagnare** o **dissaldare** un componente su un circuito **alimentato**, perché è molto facile cortocircuitare con la punta del saldatore una pista sotto tensione provocando un **cortocircuito**.
Infine non applicate mai a nessun circuito la **tensione** di lavoro senza aver prima accuratamente **pulito** il piano di lavoro in modo da **togliere** tutti gli spezzoni dei terminali che avete tranciato, perché questi potrebbero mettere in **corto** le piste del **circuito stampato**.

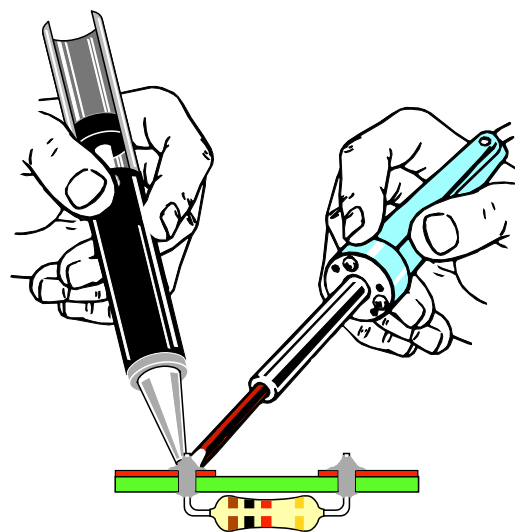



Fig.164 In commercio esiste un attrezzo chiamato "succhiastagno" composto da uno stantuffo e da una molla di richiamo. Appoggiato il beccuccio sullo stagno fuso, pigiate il pulsante della molla affinché lo stantuffo aspiri tutto lo stagno.

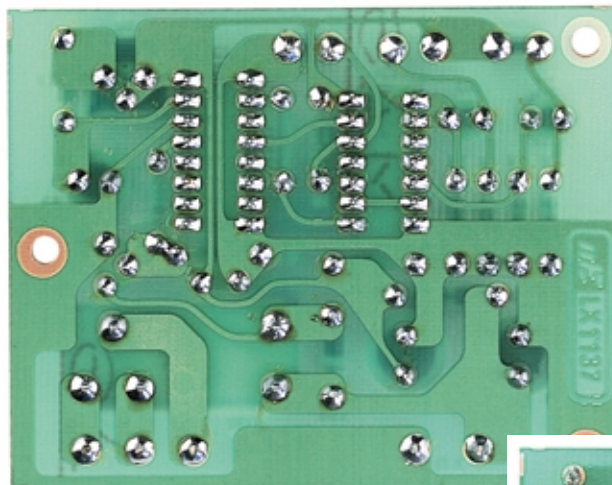



Fig.165 In questa foto potete vedere un circuito stampato con stagnature a regola d'arte. Con un po' di pratica anche voi riuscirete ad ottenere stagnature perfette.

Fig.166 Se le vostre stagnature assomigliano a quelle visibili in questa foto, difficilmente i vostri circuiti riusciranno a funzionare. In questo caso le dovrete rifare.

Fig.167 Se inserite sullo stampato tutti i componenti come noi vi abbiamo consigliato in questa lezione, il vostro circuito assumerà un aspetto professionale.

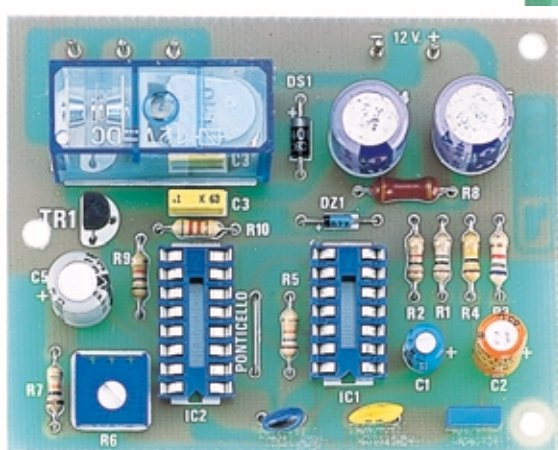
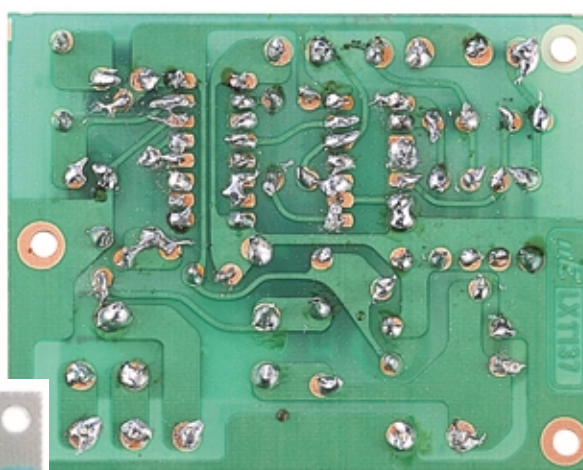



Fig.168 Un circuito con tutti i componenti così mal disposti potrà ugualmente funzionare, ma a confronto con quello di fig.167 risulta meno presentabile.

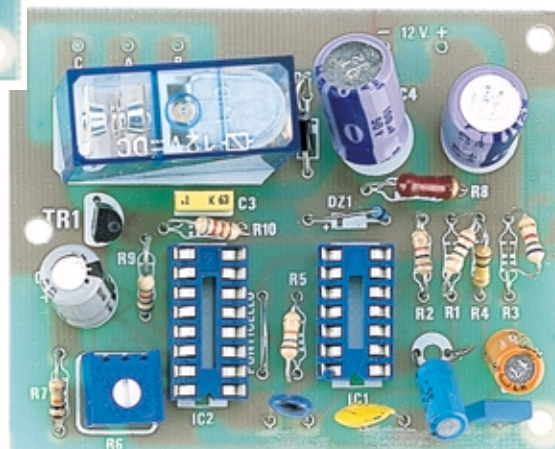
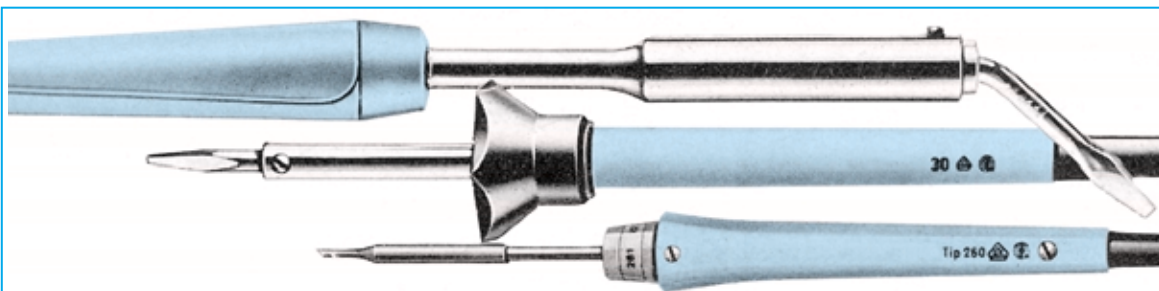



Fig.169 In alto un saldatore da collegare alla tensione di rete dei 220 volt ed in basso due saldatori a bassa tensione da 20-28 volt da collegare ad un trasformatore riduttore.

Fig.170 Il "succhiastagno" è una pompetta provvista di uno stantuffo che provvede ad aspirare lo stagno fuso quando si aziona il pulsante della molla di richiamo.

7° ESERCIZIO

Per fare un po' di **pratica** sulle stagnature prendete una pila da **4,5 volt**, anche se già esaurita, poi su uno dei suoi terminali di **ottone** provate a stagnare un piccolo spezzone di **filo di rame** oppure il terminale di una **resistenza**.

Se incontrate qualche difficoltà a depositare lo stagno sul terminale di **ottone** della pila provate a fare la stessa stagnatura sull'altro terminale della pila procedendo come segue:

– Appoggiate la punta del saldatore ben pulita e **senza stagno** sul terminale di **ottone** e lasciatela per qualche secondo.

– Senza togliere la punta, appoggiate sul punto da stagnare il **filo di stagno** fino a fonderne **3 - 4 millimetri**.

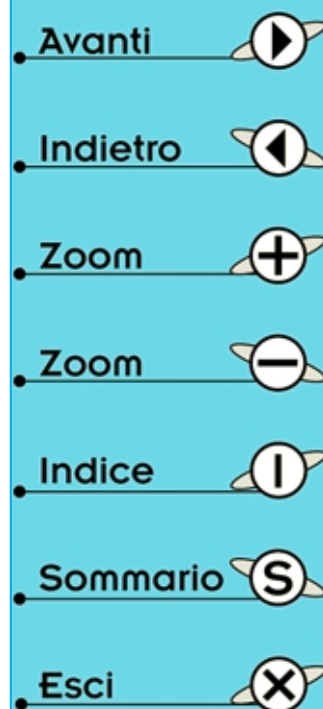
– Tenete ferma la punta del saldatore fino a quando non vedete lo stagno spandersi a macchia d'olio sulla sua superficie.

– **Prestagnate** il **terminale** della resistenza. Questa operazione si effettua appoggiando la punta del saldatore sul terminale e sciogliendo sulla sua superficie una **goccia** di stagno. Tenete il saldatore fermo fino a quando lo stagno non si è depositato uniformemente su tutto il terminale.

– Appoggiate il terminale **prestagnato** sul terminale in **ottone** della pila nel punto **prestagnato**, poi sopra questo appoggiate la **punta** del saldatore e tenetela ferma fino a quando lo stagno non si sarà fuso. Tolta la punta del saldatore, attendete che lo stagno si raffreddi.

– Se anziché stagnare un **terminale** di una resistenza volete stagnare un **filo di rame**, per prima cosa dovete **raschiare** la sua estremità usando una **limetta da unghie** o della **carta smeriglia** in modo da togliere lo **smalto isolante**.
Dopo aver messo a **nudo** il filo di rame, **prestagnatelo** tenendo la punta del saldatore ferma fino a quando lo **stagno** non si sarà uniformemente depositato sulla superficie pulita. A questo punto potrete stagnarlo sul **terminale** in **ottone** della pila.

Non fermatevi a queste sole poche **stagnature** ma cercate di eseguirne delle altre.
Ad esempio prendete due **chiodi** e provate a stagnarli assieme dal lato delle **teste**.
Vi conviene puntare un chiodo sopra un'assicella di legno, poi sopra alla sua testa potrete appog-

giare la testa del secondo chiodo che terrete fermo con un paio di pinze.
A questo punto **stagnateli** assieme e quando i due chiodi si saranno raffreddati provate, con l'aiuto di un paio di pinze, a separarli.
Se ci riuscirete guardate se lo stagno si è depositato sull'intera superficie delle due teste.
Se lo stagno è distribuito sui soli **bordi** avete fatto una **stagnatura scadente**.
Per ottenere una **stagnatura perfetta** sarebbe consigliabile **prestagnare** separatamente le teste. Appoggiate su una delle due teste la punta del saldatore, poi su questa sciogliete **una** o **due gocce** di stagno.
Tenete la punta del saldatore ferma sulla testa fino a quando non vedete lo stagno spandersi in modo uniforme su tutta la sua superficie.
Ripetete la stessa operazione sull'altra testa, dopodiché appoggiate una testa sull'altra quindi riscaldare il tutto con la **punta** del saldatore fino a far sciogliere lo stagno presente all'interno delle teste.

Un altro esercizio utile è di stagnare due fili di rame smaltato appaiati per una lunghezza di **1 centimetro** circa.
Per ottenere una **perfetta stagnatura** dovete prima **raschiare** le due estremità con **tela smeriglia** o con una **limetta per unghie** in modo da togliere lo **smalto isolante**, poi **prestagnare** separatamente i due fili in modo che lo stagno si depositi su tutta la superficie pulita dei due fili.
A questo punto potete appaiare i due fili, appoggiare la punta del saldatore ed avvicinare a questa il filo di **stagno** in modo da sciogliere **2 - 3 mm**.
La **punta** del saldatore va tenuta sulla stagnatura per **5 - 6 secondi** per permettere allo stagno di spandersi in modo uniforme.

SE VI MANCA un SALDATORE

Per aiutare tutti i giovani alle prime armi ci siamo interessati per avere da una Industria un piccolo saldatore da **25 watt - 220 volt** ad un **prezzo speciale**.

Se non possedete un **saldatore** e non avete dello **stagno 60/40** potete richiederci il **kit** siglato **LX.5003** a cui, oltre al **saldatore** ed allo **stagno**, abbiamo aggiunto dei **diodi led** e delle resistenze per eseguire i vostri primi esperimenti.

Chi desidera **approfittare** di questa **offerta** potrà inviare un vaglia di **L.15.000** all'indirizzo riportato nell'ultima pagina della quarta lezione.

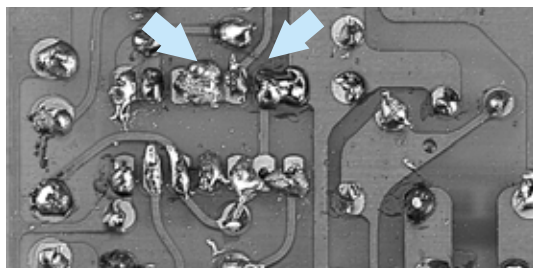



Fig.171 Dopo aver stagnato tutti i piedini dello zoccolo sulle piste del circuito stampato, vi consigliamo di controllare ogni stagnatura perché può capitare che una "grossa" goccia di stagno cortocircuiti assieme due piste adiacenti.

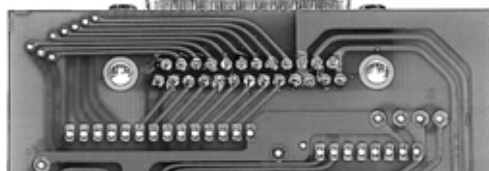



Fig.172 Per stagnare dei terminali molto ravvicinati, come quelli di un Connettore, conviene tenere il saldatore in posizione quasi verticale e sciogliere sui terminali pochissimo stagno per evitare dei corti.

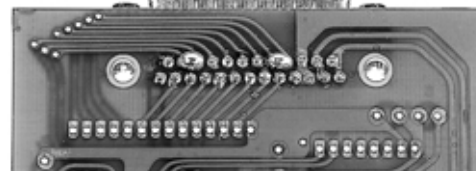
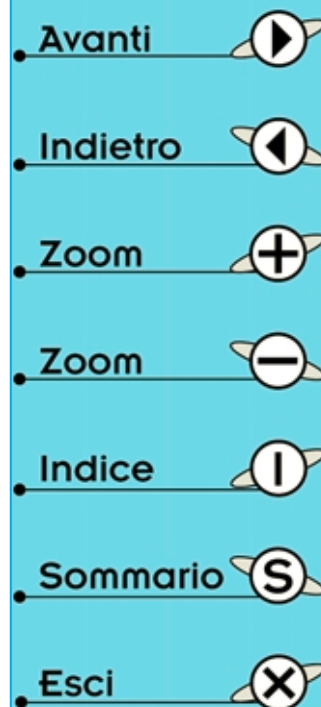
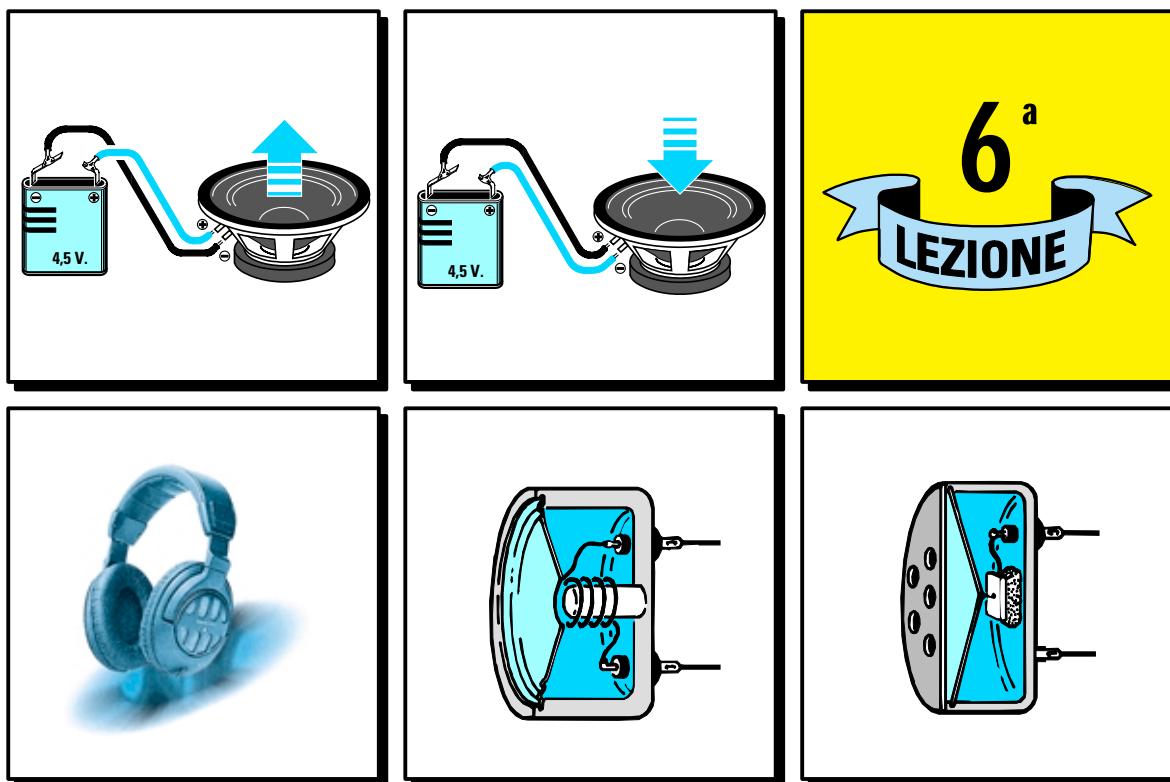



Fig.173 Sciogliendo sul terminale un eccesso di stagno è molto facile collegare insieme due terminali adiacenti. Per stagnare i terminali di un Connettore conviene usare punte molto sottili.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Per trasformare in **vibrazioni sonore** tutti i segnali di **bassa frequenza** che vanno da un minimo di **20 Hz** fino ad un massimo di **20.000 Hz**, affinché il nostro sistema uditivo possa rilevarli, occorre usare dei componenti chiamati **altoparlanti** o **cuffie**.
L'avvolgimento eccitatore, chiamato **bobina mobile**, presente in questi **altoparlanti** ha un valore d'**impedenza** che può risultare di **8** o di **4 ohm**, mentre quello presente nelle **cuffie** ha un valore d'impedenza che può risultare di **32 - 300 - 600 ohm**.

In commercio esistono degli altoparlanti **universali** in grado di riprodurre con una **discreta** fedeltà tutta la gamma delle frequenze **audio** da **20 Hz** fino a **20.000 Hz** ed altoparlanti costruiti esclusivamente per l'**hi-fi** in grado di riprodurre ciascuno solo una **ristretta** gamma di frequenze, cioè le sole frequenze delle note dei **Bassi** o dei **Medi** o degli **Acuti**.

Per far giungere a questi altoparlanti **hi-fi** la sola gamma di frequenze che sono in grado di riprodurre occorre collegarli all'amplificatore tramite dei **filtri**, chiamati **Cross-Over**, composti da **induttanze** e **capacità** il cui valore va calcolato in base al valore d'**impedenza** della bobina mobile, che, come abbiamo detto, può risultare di **8** o di **4 ohm.** In questa Lezione troverete tutte le **formule** per calcolare i filtri **Cross-Over** con alcuni esempi di calcolo per filtri a due e a tre vie.

Per ottenere la funzione **inversa** dell'altoparlante, cioè per trasformare tutte le **vibrazioni sonore** in una **tensione elettrica**, si utilizza un componente chiamato **microfono**.

L'**altoparlante** è un componente elettromeccanico che viene utilizzato per trasformare le tensioni **alternate** comprese tra i **20 Hz** ed i **20.000 Hz**, che possiamo prelevare sull'uscita di un **amplificatore** o di un **radioricevitore**, in vibrazioni acustiche che, diffondendosi nell'aria, verranno poi captate dalle nostre orecchie.
Come potete notare osservando lo spaccato della fig.174 un **altoparlante** è composto da una **membrana** a forma di **imbuto** sulla cui estremità è applicata una **bobina** composta da un certo numero di spire.

Poiché questa **bobina** è libera di muoversi dentro un **nucleo megnetizzato**, se è polarizzata con una tensione di **identica** polarità a quella del **magnete**, ad esempio **Nord - Nord**, la membrana viene respinta verso l'**esterno**, se è magnetizzata con una polarità **opposta**, ad esempio **Nord - Sud**, la membrana viene attirata verso l'**interno.**

Sapendo che un segnale di **bassa frequenza** è composto da **semionde positive** e **semionde negative**, quando sulla **bobina** giunge questo segnale la membrana inizia ad oscillare alla stessa **frequenza** della tensione che l'ha eccitata producendo un'**onda sonora** che si diffonde nell'ambiente.
Contrariamente a quanto si potrebbe supporre, la **membrana** muovendosi **avanti - indietro** non provoca **nessuno** spostamento d'aria, come fanno le pale di un ventilatore, ma una compressione e decompressione delle **molecole** d'aria che, **vibrando**, generano un **suono** (vedi fig.175).

Infatti tutti sanno che quando appoggiamo la cornetta del **telefono** all'orecchio da questa non esce nessuno spostamento d'aria, ma solo delle **vibrazioni** che eccitano le molecole d'aria e che il nostro orecchio rileva come un **suono**.

Per constatare di persona se effettivamente la **membrana** di un altoparlante si sposta in avanti e all'indietro quando ai capi della sua **bobina** viene applicata una **tensione**, procuratevi una pila da **4,5 volt** e collegatela sui due terminali presenti sul cestello dell'altoparlante.

Fig.174 Sull'estremità del cono di un altoparlante è applicata una bobina che scorre dentro un magnete. Applicando una tensione alternata a questa bobina il cono oscillerà alla stessa frequenza.

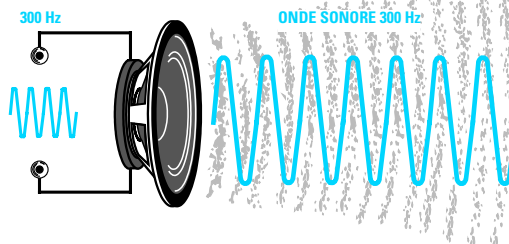
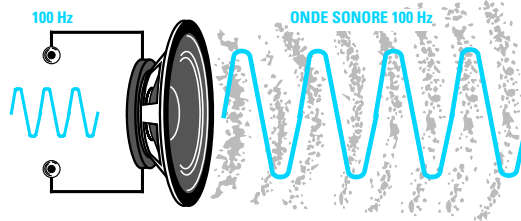



Fig.175 Se alla bobina applichiamo una tensione alternata di 100 Hz o di 300 Hz la membrana dell'altoparlante vibrerà alla stessa frequenza producendo un'onda sonora che si diffonderà nell'aria.

Se collegherete questa pila sui terminali dell'altoparlante rispettando la sua **polarità** (vedi fig.176) la membrana si sposterà verso l'**esterno**.
Se **invertirete** la polarità della pila (vedi fig.177) potrete notare la membrana spostarsi verso l'**interno**.

Maggiore è il diametro dell'altoparlante più ampio sarà lo spostamento **avanti/indietro** della sua membrana.

In commercio esistono molti tipi di altoparlanti con cono **rotondo** o **ellittico** e con **diametri** diversi.

Gli altoparlanti di **piccolo** diametro, che riescono ad erogare potenze comprese tra **1 - 2 watt**, vengono normalmente utilizzati nelle **radio portatili**, perché la loro **bobina mobile** non accetta segnali che risultino maggiori di circa **3 volt**.

Gli altoparlanti di dimensioni leggermente **maggiori**, utilizzati nei **televisori**, nelle normali **radio** o nei **registratori**, riescono ad erogare potenze comprese tra **5 - 10 watt** e la loro **bobina mobile** accetta segnali la cui ampiezza non risulti maggiore di circa **8 volt**.

Gli altoparlanti utilizzati negli **amplificatori hi-fi** riescono ad erogare potenze anche di **50 - 80 watt** e la loro **bobina mobile** accetta segnali la cui ampiezza non risulti maggiore di **25 volt**.

Gli altoparlanti utilizzati negli **amplificatori** per **discoteche** ed **orchestre** sono in grado di erogare potenze comprese tra i **500** e i **1.000 watt** e la lo-

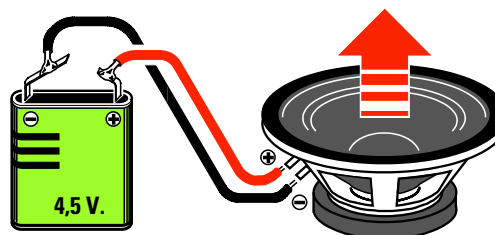



Fig.176 Se volete vedere come si muove la membrana di un altoparlante procuratevi una pila da 4,5 volt e collegatela ai suoi terminali. Se rispetterete la polarità, il cono si sposterà verso l'esterno.

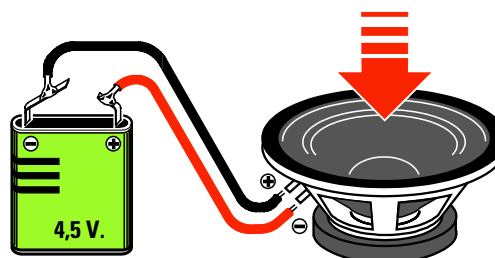



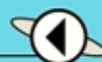
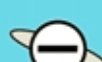
Fig.177 Se invertirete la polarità della pila noterete la membrana spostarsi verso l'interno. Se sulla bobina applichiamo un segnale di BF il cono inizierà a vibrare creando delle onde sonore.

ro **bobina mobile** accetta segnali la cui ampiezza può raggiungere anche i **90 volt**.

Oltre alle loro dimensioni e alla loro potenza gli altoparlanti risultano suddivisi in queste **quattro** categorie:

UNIVERSALI – Sono così chiamati tutti quegli altoparlanti in grado di riprodurre un'ampia gamma di frequenze **acustiche** che da un **minimo** di **70 - 80 hertz** possono raggiungere un **massimo** di **10.000 - 12.000 hertz**.
Riuscendo a riprodurre con una buona fedeltà tutte le frequenze dei **bassi**, dei **medi** e degli **acuti**, questi altoparlanti vengono normalmente utilizzati nei ricevitori, nei televisori, nei registratori ecc.

WOOFER (pronuncia Vufer) **–** Sono altoparlanti provvisti di un **cono** di elevate dimensioni che riesce a vibrare con più facilità sulle frequenze delle **note** più **basse**.
Infatti i **Woofer** riescono a riprodurre fedelmente tutte le frequenze **acustiche** partendo dalle **note** più **basse** dei **25 - 30 hertz** fino a raggiungere un **massimo** di **2.500 - 3.000 hertz**.
Non riuscendo a riprodurre le frequenze dei **medi** e degli **acuti**, questi altoparlanti vengono inseriti nelle **Casse Acustiche hi-fi** assieme ad altri due tipi di altoparlanti chiamati **Midrange** e **Tweeter**.

MIDRANGE (pronuncia Midreng) **–** Sono altoparlanti che hanno un **cono** di dimensioni molto inferiori a quelle di un **Woofer** quindi riescono a vibrare con più facilità sulle frequenze **acustiche** delle **note medie** partendo da un **minimo** di **300 - 500 hertz** fino a raggiungere un **massimo** di **10.000 - 12.000 hertz**.

TWEETER (pronuncia Tuiter) **–** Sono altoparlanti che hanno un **cono** molto rigido e di dimensioni molto ridotte e per questo motivo riescono a vibrare con più facilità sulle frequenze delle **note acute** partendo da un **minimo** di **1.500 - 2.000 hertz** fino a raggiungere un **massimo** di **20.000 - 25.000 hertz**.

Tutte le **bobine mobili** di questi altoparlanti hanno una **impedenza caratteristica** di **8 ohm** oppure di **4 ohm** e questo valore viene sempre riportato sul corpo dell'altoparlante.
Se un **amplificatore** o una **radio** richiede sulla sua uscita un altoparlante che abbia una **impedenza** di

Fig.178 All'interno delle Casse Acustiche degli amplificatori hi-fi vengono inseriti due o tre altoparlanti di diverso diametro. Gli altoparlanti di diametro maggiore, chiamati Woofer, vengono utilizzati per riprodurre le sole note Basse, quelli di diametro intermedio, chiamati Midrange, per riprodurre le sole note Medie e gli altoparlante di diametro molto piccolo, chiamati Tweeter, per la riproduzione delle sole note Acute.

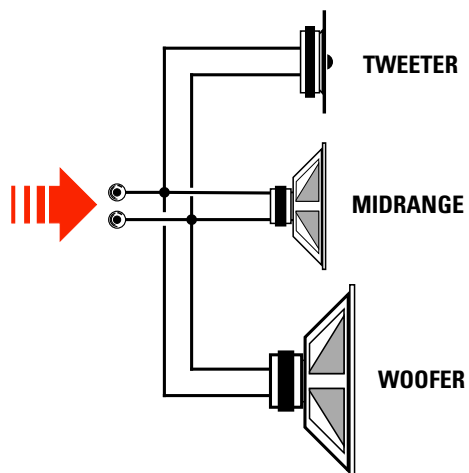



Fig.179 Se colleghiamo in parallelo tre altoparlanti otterremo una impedenza minore di quella richiesta. In queste condizioni si corre il rischio di danneggiare l'amplificatore e di bruciare l'altoparlante Tweeter perché riceve delle frequenze che non è in grado di riprodurre.

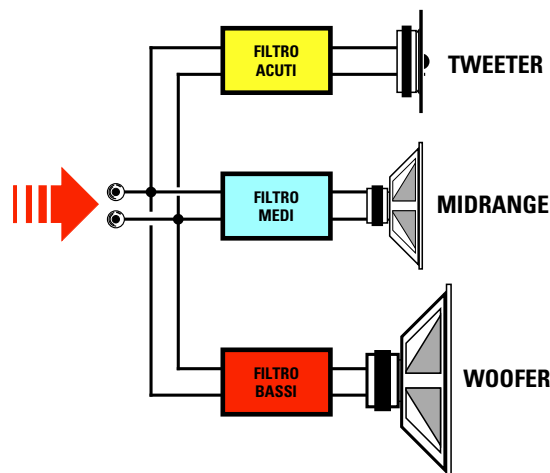



Fig.180 Collegando sui tre altoparlanti un filtro Cross-Over oltre a far giungere su ogni singolo altoparlante le "sole" frequenze che è in grado di riprodurre, impediremo all'amplificatore di vedere una impedenza inferiore a quella che ha ogni singolo altoparlante.

8 ohm non potremo collegargli un altoparlante da **4 ohm**, perché una impedenza **minore** obbligherebbe il transistor **finale** ad erogare una **maggiore** corrente con il rischio di distruggerlo.

Infatti in un amplificatore da **20 watt** progettato per un altoparlante da **8 ohm** il transistor **finale** dovrà erogare una **corrente** che potremo facilmente calcolare con la formula:

amper = $\sqrt{\text{watt : ohm}}$

Questo transistor erogherà quindi una corrente **massima** di:

$\sqrt{20 : 8}$ **= 1,58 amper**

Se sull'uscita di questo amplificatore applichiamo un altoparlante con una **impedenza** di **4 ohm**, il transistor **finale** dovrà erogare una **corrente** di:

$\sqrt{20 : 4}$ **= 2,23 amper**

Sull'uscita di un amplificatore da **20 watt** progettato per un altoparlante da **4 ohm** potremo collegare un altoparlante da **8 ohm**, ma in questo caso otterremo **metà** potenza.
Per verificare se quanto affermiamo corrisponde a verità calcoliamo la **massima tensione** che eroga questo amplificatore da **20 watt** con un carico da **4 ohm** utilizzando la formula:

volt = $\sqrt{\text{watt x ohm}}$

L'amplificatore erogherà quindi una tensione di:

$\sqrt{20 \text{ x } 4}$ **= 8,94 volt**

Se applichiamo questo valore di tensione ad un altoparlante da **8 ohm** otterremo una **potenza** che potremo calcolare usando la formula:

watt = (volt x volt) : ohm

Otterremo quindi una **potenza** di soli:

(8,94 x 8,94) : 8 = 9,99 watt

Il valore d'**impedenza** della **bobina** di un altoparlante non si riesce a misurare con un **tester** posto sulla portata **ohm**, perché in questo modo si misurerebbe la **resistenza ohmica** del **filo** utilizzato per la costruzione della **bobina** e non la sua **impedenza**.

Per misurare il valore di una **impedenza** occorre uno strumento chiamato **impedenzimetro**.

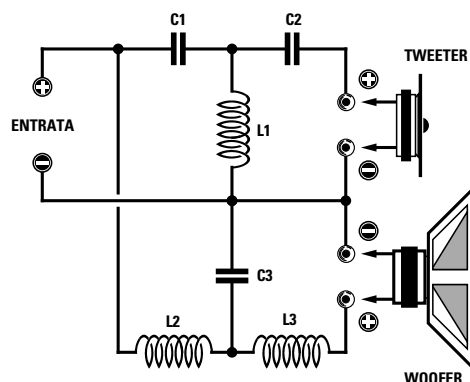



Fig.181 Schema elettrico di un filtro Cross-Over a 18 dB per ottava 2 VIE e le formule da utilizzare per ricavare i valori delle Induttanze e delle Capacità.
Dove è indicato “ohm” dovete inserire l’impedenza dell’altoparlante, cioè 4 o 8 ohm, e dove è riportato “Hz” il valore della frequenza di separazione pari a 2.000 Hz.

FILTRI CROSS-OVER

Quando all’interno di una **Cassa Acustica** vengono racchiusi i tre altoparlanti **Woofer - Midrange - Tweeter** non possiamo collegarli in parallelo come visibile in fig.179, perché su ognuno di loro giungerebbero delle **frequenze** che non sarebbero in grado di riprodurre perfettamente, ed oltre ad ottenere dei suoni **distorti** correremmo il rischio di danneggiarli.

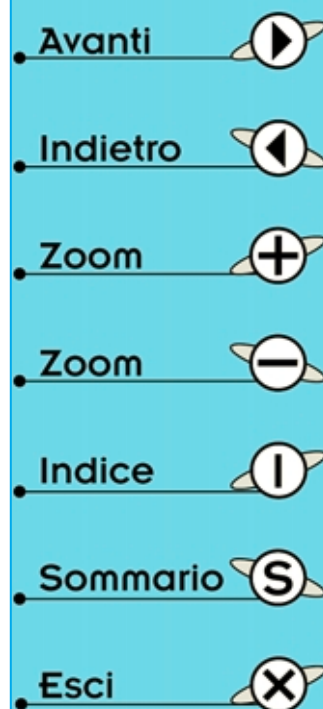
Infatti la membrana del **Woofer** non riuscendo ad oscillare sulle frequenze dei **medi/acuti** ci fornirebbe dei suoni **impastati**.
La membrana del **Midrange** non correrebbe nessun rischio, ma non riuscendo ad oscillare sulle frequenze dei **bassi** ci fornirebbe un suono incompleto.
La membrana del **Tweeter**, di dimensioni molto ridotte, rischierebbe di essere messa fuori uso dalle frequenze dei **medi** e dei **bassi**.

Per evitare di danneggiare gli altoparlanti e per ottenere una fedele riproduzione **hi-fi** è necessario suddividere tutta la gamma dello **spettro acustico** con un filtro chiamato **Cross-Over**, composto da **induttanze** e **capacità**, che provvede ad inviare ai due o tre altoparlanti le sole frequenze che questi sono in grado di riprodurre.

Il filtro **Cross-Over** si può paragonare ad uno **spartitraffico** che provvede a deviare verso una direzione i **camion** (frequenze **Basse**), in un’altra direzione tutte le **autovetture** (frequenza **Medie**) ed in una terza corsia tutti i **velocipedi** (frequenze **Acute**).

Il filtro **Cross-Over** per le frequenze dei **bassi** è un **passa/basso** che provvede a deviare verso l’altoparlante **Woofer** tutta la banda di frequenze comprese tra **25** e **500 Hz** bloccando tutte le frequenze superiori.

Il filtro **Cross-Over** per le frequenze **medie** è un **passa/banda** che provvede a deviare verso l’altoparlante **Midrange** tutta la banda di frequenze comprese tra **500** e **4.000 Hz** bloccando tutte le frequenze **minori** e **superiori**.

Il filtro **Cross-Over** per le frequenze **acute** è un **passa/alto** che provvedere a deviare verso l’altoparlante **Tweeter** tutta la banda di frequenze **superiori** ai **4.000 hertz** bloccando tutte le frequenze inferiori. In pratica l’altoparlante **Tweeter** si usa per le frequenze comprese tra **4.000** e **25.000 hertz**.

Se nella nostra **Cassa Acustica** sono presenti due soli altoparlanti, cioè un **Woofer** ed un **Midrange**, il filtro **Cross-Over** viene calcolato in modo da inviare verso l'altoparlante **Woofer** tutte le frequenze comprese tra **25** e **2.000 Hz** e verso l'altoparlante **Midrange** tutte le frequenze superiori a **2.000 Hz**.

Anche se in commercio sono reperibili dei **Cross-Over** già pronti per essere installati in una Cassa Acustica, questi filtri si possono facilmente costruire procurandosi le **induttanze** e le **capacità** necessarie.

In fig.181 riportiamo lo schema di un filtro a **2 Vie** e le formule per calcolare i valori delle **induttanze** in **millihenry** e quelli delle **capacità** in **microfarad**.

Esempio: Calcolare i valori delle **induttanze** e **capacità** da utilizzare per un filtro **Cross-Over** a **2 Vie** (vedi fig.181) disponendo di altoparlanti che abbiano un'impedenza di **8 ohm**.

Soluzione - Utilizzando le **formule** che abbiamo riportato nella lavagna otterremo:

L1 = (79,60 x 8) : 2.000 = 0,3184 millihenry

L2 = (255 x 8) : 2.000 = 1,02 millihenry

L3 = 0,625 x 1,02 = 0,6375 millihenry

C1 = 99.500 : (8 x 2.000) = 6,218 microfarad

C2 = 1,6 x 6,218 = 9,948 microfarad

C3 = 3,2 x 6,218 = 19,897 microfarad

Vorremmo far presente che una differenza di un **3%** in più o in meno sul valore richiesto non modifica le caratteristiche del filtro, quindi:

- Per **L1** potremo usare una **impedenza** che abbia un valore compreso tra **0,3** e **0,33 millihenry**.

- Per **L2** potremo usare una **impedenza** che abbia un valore compreso tra **0,99** e **1 millihenry**.

- Per **L3** potremo usare una **impedenza** che abbia un valore compreso tra **0,60** e **0,65 millihenry**.

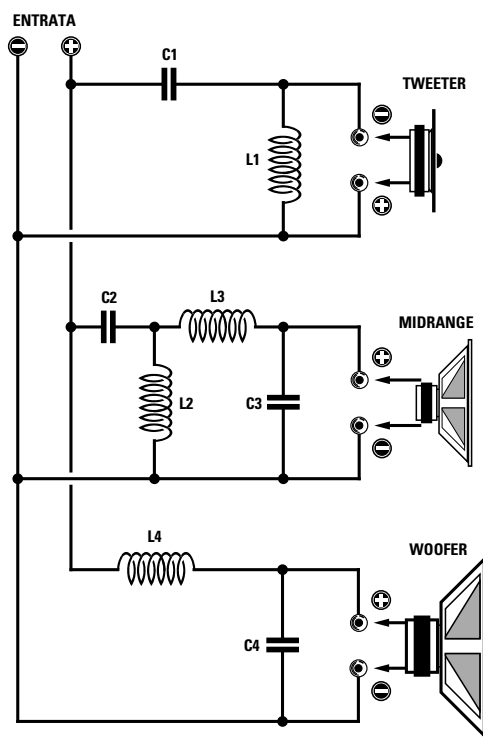
- Per **C1** potremo usare una **capacità** che abbia un valore compreso tra **5,9** e **6,5 microfarad**.

- Per **C2** potremo usare una **capacità** che abbia un valore compreso tra **9,6** e **10,2 microfarad**.

- Per **C3** potremo usare una **capacità** che abbia un valore compreso tra **19,3** e **20,5 microfarad**.

Fig.182 Le induttanze da utilizzare per i filtri Cross-Over si ottengono avvolgendo su un rocchetto di plastica, non importa se tondo o quadrato, un certo numero di spire di filo di rame. Più spire avvolgerete sul rocchetto più aumenterà il valore in millihenry della bobina.

Fig.183 Foto di una Cassa Acustica in cui sono racchiusi due altoparlanti, un TWEETER ed un WOOFER.

Fig.184 Schema elettrico di un filtro Cross-Over a 12 dB per ottava 3 VIE e le formule per calcolare i valori delle Induttanze e delle Capacità.
Dove è indicato "ohm" dovete inserire l'impedenza che hanno gli altoparlanti, cioè 4 o 8 ohm, da collegare a questo filtro.

In fig.184 riportiamo lo schema di un filtro a **3 Vie** e le formule per calcolare i valori delle **induttanze** in **millihenry** e quelli delle **capacità** in **microfarad**.

Esempio: Calcolare i valori delle **induttanze** e **capacità** da utilizzare per un filtro **Cross-Over** a **3 Vie** (vedi fig.184) disponendo di altoparlanti che abbiano un'impedenza di **8 ohm**.

Soluzione - Utilizzando le **formule** che abbiamo riportato nella lavagna otterremo:

L1 = (159 x 8) : 4.000 = 0,318 millihenry

L2 = (159 x 8) : 500 = 2,54 millihenry

L3 = 1,6 x 0,318 = 0,5 millihenry

L4 = 1,6 x 2,54 = 4 millihenry

C1 = 99.500 : (8 x 4.000) = 3,10 microfarad

C2 = 99.500 : (8 x 500) = 24,8 microfarad

C3 = 1,6 x 3,10 = 4,96 microfarad

C4 = 1,6 x 24,8 = 39,68 microfarad

Anche per questi componenti potremo utilizzare delle induttanze e capacità con una differenza sul valore richiesto di un **3%** in più o in meno.

Per le capacità vi suggeriamo di usare sempre dei condensatori **poliesteri** perché i condensatori elettrolitici oltre ad essere **polarizzati** hanno delle tolleranze che possono raggiungere anche il **40%**.
Poiché difficilmente troverete dei condensatori poliesteri con capacità così elevate, dovrete collegarne in **parallelo** più di uno in modo da ottenere il valore richiesto.
Per le **induttanze** dovrete utilizzare delle **bobine** avvolte con del **filo** di **rame** che abbia un diametro di almeno **1 mm** per poter lasciar passare la **corrente** richiesta.

Nota: Le induttanze da utilizzare per i filtri **Cross-Over** vanno sempre avvolte su rocchetti **sprovvisti** di nuclei in ferro (vedi fig.182).

CUFFIE o AURICOLARI

Le **cuffie** sono in pratica dei **minuscoli altoparlanti** che si applicano sulle orecchie per ascoltare individualmente il suono di una radio, di un registratore o di un amplificatore senza disturbare i presenti.
La potenza massima che possiamo applicare ad una **cuffia** si aggira attorno ai **0,2 watt** quindi non potremo mai collegarla direttamente sull'uscita degli amplificatori di **potenza** dove sono collegati gli altoparlanti.
In ogni amplificatore è presente un'apposita **presa** per poter collegare qualsiasi tipo di **cuffia**.
Esistono delle **cuffie hi-fi** in grado di riprodurre tutta la **gamma acustica** partendo da un **minimo** di **25 - 30 Hz** per arrivare ad un massimo di **18.000 - 20.000 Hz** ed altre molto **più economiche** in grado di riprodurre una **gamma acustica** più ristretta che parte normalmente sui **40 - 50 Hz** per arrivare ad un massimo di **10.000 - 12.000 Hz**.
In commercio sono disponibili anche dei minuscoli **auricolari piezoelettrici** e **magnetici** che si introducono direttamente nell'orecchio.

Fig.185 Le cuffie sono dei minuscoli altoparlanti che si appoggiano sulle orecchie per ascoltare individualmente della musica. Le cuffie hanno una "impedenza" di 32 oppure di 600 ohm.

MICROFONI

I **microfoni** (vedi fig.187) sono dei componenti in grado di captare tutte le vibrazioni **sonore** prodotte da un **rumore**, una **voce** o uno **strumento musicale** e di convertirle in una **tensione elettrica** che dovrà poi essere adeguatamente amplificata.
In pratica fanno l'**inverso** di quello che fa un **altoparlante**, che converte le tensioni **alternate** fornite da un amplificatore in **vibrazioni sonore**.

Tutti i microfoni, come gli altoparlanti, sono provvisti di una **membrana** che, colpita da un **suono**, **vibra** producendo così una **tensione alternata** di pochi **millivolt** la cui **frequenza** risulta perfettamente identica a quella della **sorgente sonora**.
Se facciamo **vibrare** la corda di una chitarra in grado di emettere una **nota acustica** sulla **frequenza** di **440 Hz**, questa onda sonora farà **vibrare** la **membrana** del microfono su tale frequenza e dalla sua uscita potremo prelevare una **tensione alternata** con una **frequenza** di **440 hertz**.
Se facciamo **vibrare** la corda di un violino in grado di emettere una **nota acustica** a **2.630 hertz**, questa onda sonora farà **vibrare** la **membrana** del microfono su tale frequenza e dalla sua uscita potremo prelevare una **tensione alternata** con una **frequenza** di **2.630 hertz**.

I **microfoni** più comunemente utilizzati sono:

– A **carbone**. Sono così chiamati perché la **membrana** appoggia su **granuli di carbone** che sono conduttori di elettricità (vedi fig.188).
Quando la **membrana** entra in vibrazione comprime più o meno questi **granuli di carbone** variando così la sua **resistenza ohmica** e di conseguenza anche la **corrente** che scorre nei granuli di carbone.
Questi microfoni sono ancora oggi utilizzati in **telefonia** ed in qualche apparecchiatura militare.

– Elettromagnetici. Sono così chiamati perché sulla **membrana** è avvolta una **bobina** che si muove sopra un **magnete** allo stesso modo di un comune altoparlante (vedi fig.189).
Quando questa membrana entra in vibrazione, ai capi della **bobina** si crea una debole tensione che deve poi essere adeguatamente amplificata.
Anche un comune **altoparlante** può essere utilizzato come **microfono**, infatti se parliamo di fronte al suo **cono di carta** questo vibrerà e dai suoi terminali potremo prelevare una **tensione alternata** di pochi **millivolt**.

– Piezoelettrici. Sono così chiamati perché la **membrana** è appoggiata su un cristallo **piezoelettrico** (vedi fig.190).
Quando la membrana entra in vibrazione comprime più o meno questo **cristallo** e, grazie al fenomeno della **piezoelettricità**, sulla sua uscita otteniamo una **tensione alternata** di molti **millivolt**.
Un microfono piezoelettrico funziona sullo stesso principio del **pick-up** presente in un giradischi.
In questi **pick-up** il cristallo **piezoelettrico** viene compresso e decompresso meccanicamente dalla **puntina** che scorre sui solchi del **disco musicale**.

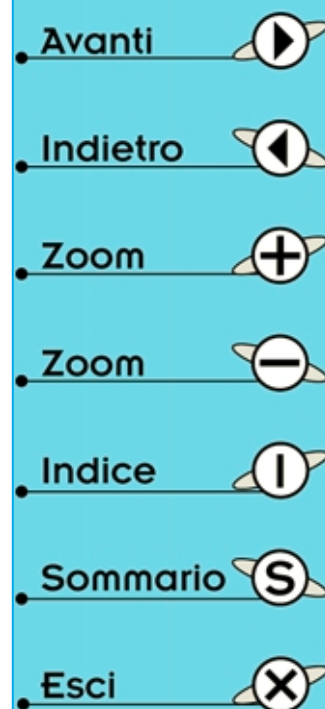



Fig.186 I microfoni fanno l'inverso di quello che fa un altoparlante, cioè captano le vibrazioni acustiche e le convertono in una tensione alternata di frequenza pari alle note acustiche captate. Poiché il valore della tensione alternata fornita sull'uscita di questi microfoni è sempre molto debole occorre necessariamente preamplificarla.
L'uscita di un microfono va sempre collegata sull'ingresso del preamplificatore con un "cavetto schermato" per evitare di captare dei segnali spuri o ronzii di alternata.

Fig.187 Tipi di microfoni utilizzati dalle orchestre e dai cantanti. I microfoni più usati sono quelli di tipo elettromagnetico e piezoelettrico.

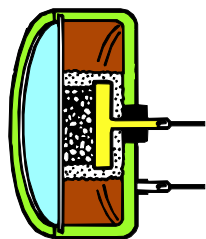



Fig.188 Nei microfoni chiamati a carbone la membrana vibrando preme dei granuli a carbone modificando così la propria resistenza interna.

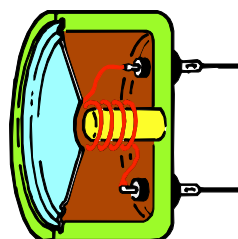



Fig.189 I microfoni chiamati magnetici sono dei piccoli altoparlanti. La loro membrana nel vibrare genera una debole tensione alternata.

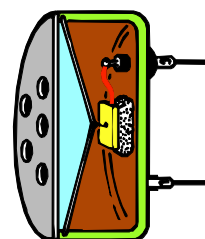



Fig.190 Nei microfoni chiamati piezo la membrana comprime un piccolo cristallo di quarzo e questa pressione viene convertita in una tensione

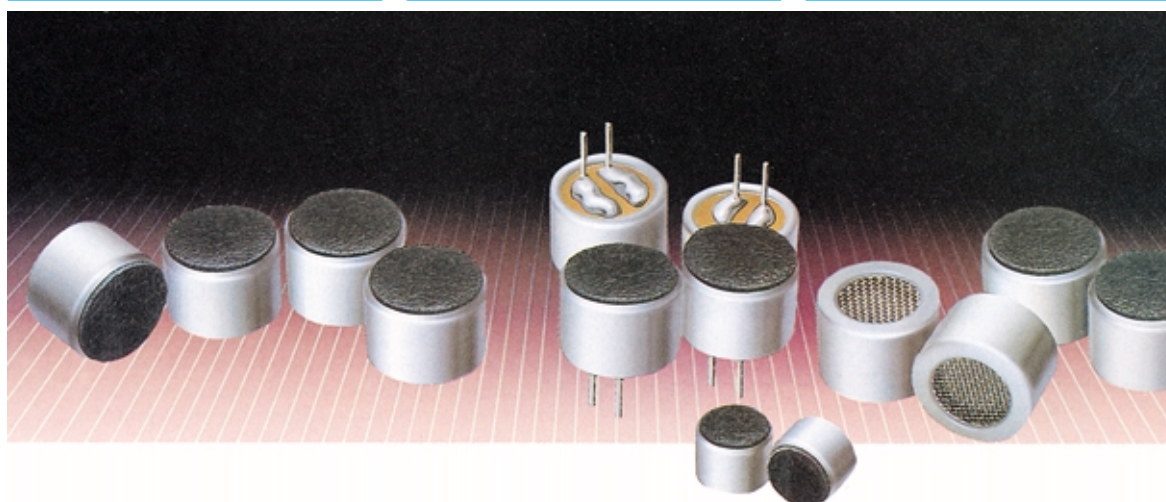
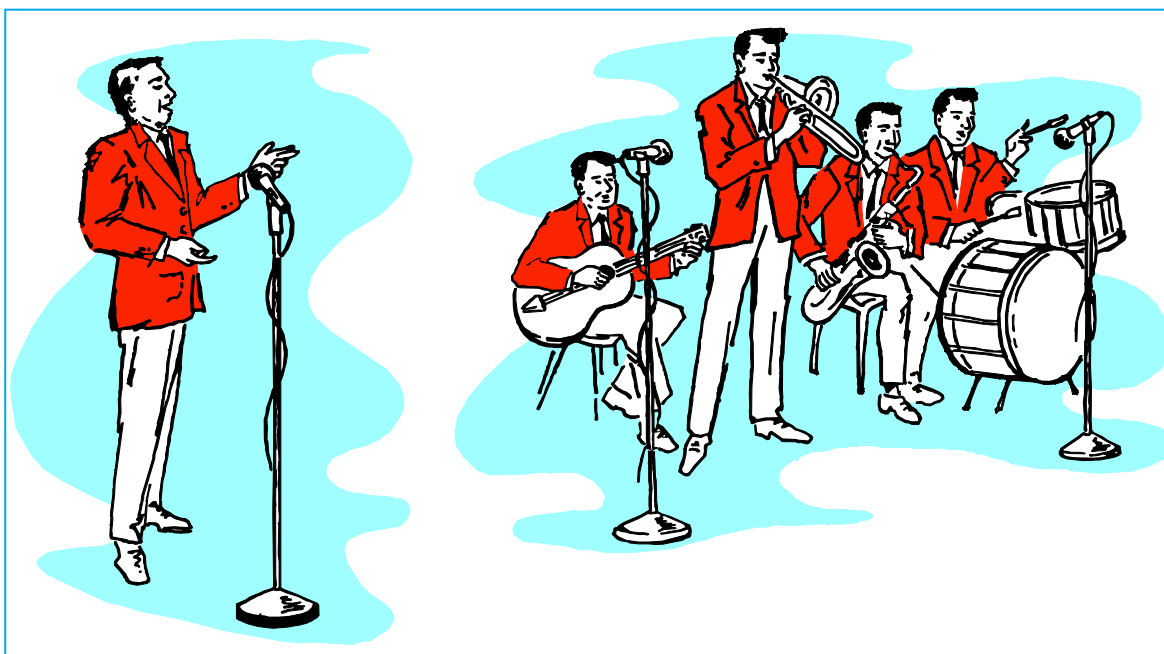



Fig.191 In questa foto vi presentiamo delle minuscole capsule piezoelettriche provviste internamente di uno stadio preamplificatore che viene alimentato tramite i loro terminali.

FREQUENZE ACUSTICHE e NOTE MUSICALI

Tutti gli esseri umani percepiscono il suono emesso dalla voce di un cantante, da uno strumento musicale o da un altoparlante tramite l'orecchio, ma vi siete mai chiesti come questi suoni si propaghino nell'aria?

Se osservate un **altoparlante** durante l'emissione di un suono vedrete che il suo cono **vibra** velocemente senza provocare alcun movimento d'aria.

A sua volta questa vibrazione fa vibrare automaticamente le **molecole** d'aria ottenendo così delle **onde sonore** che, raggiungendo il nostro orecchio, fanno vibrare la piccola **membrana** posta al suo interno.
Il **nervo acustico** collegato a questa membrana le trasforma in impulsi elettrici e le invia al cervello.
Possiamo quindi paragonare il nostro orecchio ad un microfono che trasforma tutti i **suoni** che riesce a captare in una tensione elettrica.

Per cercare di spiegare come si generano queste **onde sonore**, che pur diffondendosi nell'aria non creano nessuna corrente, possiamo portarvi l'esempio del sasso gettato in uno stagno.

Nel punto in cui cade il sasso (vedi fig.192) noi vediamo formarsi delle **onde concentriche** che si propagano verso l'esterno ad una certa velocità senza provocare correnti.
Infatti se posiamo sull'acqua dello stagno un tappo di sughero, lo vedremo solo alzarsi ed abbassarsi, ma non spostarsi dal centro verso l'esterno.

Se le vibrazioni emesse dal cono di un altoparlante sono comprese tra i **16** e i **100 Hz** (**16 - 100 oscillazioni** in un **secondo**) udremo un suono con una **tonalità** molto **bassa**, se invece sono comprese tra i **5.000** e i **10.000 Hz** (**5.000 - 10.000 oscillazioni** in un **secondo**) udremo un suono con una **tonalità** molto **acuta**.

Se diamo un colpo a due aste metalliche di **diversa** lunghezza queste **vibreranno** producendo un **suono** diverso che risulterà proporzionale alla loro lunghezza.

Se prendiamo due aste metalliche di **identica** lunghezza e le poniamo una vicino all'altra, facendo **vibrare** una delle due aste, il suono generato farà **vibrare** anche la seconda asta, perché questa essendo della stessa lunghezza dell'altra, entrerà in **risonanza**.

Questo fenomeno viene utilizzato per **accordare** sulla **stessa** frequenza le **corde** di due diverse chitarre, di due pianoforti o di due arpe ecc.
Per accordare gli strumenti musicali si usa un pezzo di ferro a forma di **U** chiamato **diapason**, che quando vibra emette una **frequenza campione** di **440 Hz** che corrisponde alla **nota LA** della **terza** ottava (vedi **Tabella N.15**).
Se vicino al diapason che abbiamo fatto vibrare poniamo un **secondo diapason** accordato sulla stessa frequenza, anche questo inizierà a **vibrare** perché **eccitato** dalle onde sonore generate dal **primo** diapason (vedi fig.193).

NOTE		base	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
ITALIA	USA	ottava	ottava	ottava	ottava	ottava	ottava	ottava	ottava	ottava
DO	C	32,69	65,38	130,76	261,52	523,04	1.046,08	2.092,16	4.184,32	8.368,64
DO#	C#	34,62	69,24	138,48	276,92	553,84	1.107,68	2.215,36	4.430,72	8.861,44
RE	D	36,68	73,36	146,72	293,44	586,88	1173,76	2.347,52	4.695,04	9.390,08
RE#	D#	38,84	77,68	155,36	310,72	621,44	1.242,88	2.485,76	4.971,52	9.943,04
MI	E	41,20	82,40	164,80	329,60	659,20	1.318,40	2.636,80	5.273,60	10.547,20
FA	F	43,64	87,28	174,56	349,12	698,24	1.396,48	2.792,96	5.585,92	11.171,84
FA#	F#	46,21	92,42	184,84	369,68	739,36	1.478,72	2.957,44	5.914,88	11.829,76
SOL	G	48,98	97,96	97,96	391,84	783,68	1.567,36	3.134,72	6.269,44	12.538,88
SOL#	G#	51,87	103,74	207,48	414,96	829,92	1.659,84	3.319,68	6.639,36	13.278,72
LA	A	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1.760,00	3.520,00	7.040,00	14.080,00
LA#	A#	58,24	116,48	232,96	465,92	931,84	1.863,68	3.727,36	7.454,72	14.909,44
SI	B	61,73	123,46	246,92	493,84	987,68	1.975,36	3.950,72	7.901,44	15.802,88

In questa Tabella riportiamo tutte le frequenze “base” delle Note musicali e le loro Ottave superiori. Come potete notare ogni Ottava superiore ha una frequenza doppia rispetto all’Ottava inferiore. Se prendiamo la frequenza “base” della nota LA, che è di 55 Hz, noteremo che per ogni Ottava la sua frequenza si raddoppia: 110 - 220 - 440 - 880 hertz ecc.

Fig.192 Per capire come si forma un’onda sonora provate a gettare un sasso in uno stagno d’acqua. Vedrete formarsi delle onde concentriche che si propagheranno dal centro verso l’esterno senza creare correnti, ma solo ondulazioni. Infatti posando sullo stagno un tappo di sughero lo vedremo solo alzarsi o abbassarsi, ma non spostarsi dalla sua posizione. Le onde sonore fanno oscillare le molecole d’aria senza muovere l’aria, a differenza delle pale del ventilatore che generano vento, ma non un suono.

Fig.193 Facendo vibrare un Diapason con un martelletto, questo emetterà delle onde sonore che riusciranno a far vibrare un altro Diapason purché sia vicino ed accordato sulla stessa frequenza.

98

	base ottava	1ª ottava	2ª ottava	3ª ottava	4ª ottava	5ª ottava	6ª ottava

Percussioni: Piatti, Xilofono, Tamburo, Timpano

Tastiere: Pianoforte a coda, Organo

Ottoni: Ottavino, Tromba, Trombone, Tuba bassa, Sassofono basso

Legni: Flauto, Oboe, Clarinetto, Controfagotto

Archi: Violino, Violoncello, Contrabbasso

Voce umana: Soprano, Mezzosoprano, Contralto, Tenore, Baritono, Basso, Voce femminile, Voce maschile

Nota		base	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
LA	27,50							
SI	30,86							
DO		32,69	65,38	130,76	261,52	523,04	1.046,08	2.092,16
RE		36,68	73,36	146,72	293,44	586,88	1.173,76	2.347,52
MI		41,20	82,40	164,80	329,60	659,20	1.318,40	2.636,80
FA		43,64	87,28	174,56	349,12	698,24	1.396,48	2.792,96
SOL		48,98	97,96	195,92	391,84	783,68	1.567,36	3.134,72
LA		55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1.760,00	3.520,00
SI		61,73	123,46	246,92	493,84	987,68	1.975,36	3.950,72

Fig.194 In questa Tabella abbiamo riportato tutte le frequenze minime e massime che possono generare i vari strumenti musicali e le voci umane. Nella frequenza "base" sono riportate le frequenze delle note Basse e nella 6° ottava le frequenze delle note degli Acuti.

La velocità di propagazione delle **onde acustiche** nell'**aria** è di **340 metri al secondo**, dunque molto più lenta della velocità della **luce** che raggiunge i **300.000 chilometri** al **secondo**.

Questa differenza di **velocità** la possiamo facilmente notare in presenza di temporali.
Infatti noi vediamo subito la **luce** del **lampo** di un **fulmine**, ma il **suono** del **tuono** giunge al nostro orecchio dopo **molti** secondi.

La velocità di propagazione del **suono** varia in funzione del materiale conduttore, come qui sotto riportato:

aria	**340 metri al secondo**
acqua	**1.480 metri al secondo**
terreno	**3.000 metri al secondo**
acciaio	**5.050 metri al secondo**

Per calcolare la lunghezza d'onda in **metri** di un suono che si diffonde nell'aria ad una temperatura di **20 gradi** si può usare la formula:

metri = 340 : hertz

Un suono **basso** che abbia una **frequenza** di **100 Hz** ha nell'aria una lunghezza d'onda pari a:

340 : 100 = 3,4 metri

Un suono **acuto** che abbia una **frequenza** di **6.000 Hz** ha nell'aria una lunghezza d'onda pari a:

340 : 6.000 = 0,0566 metri, cioè **5,66 centimetri**

L'orecchio umano riesce a percepire un'ampia gamma di **frequenze acustiche** che normalmente partono da un **minimo** di **20 Hz** per raggiungere un **massimo** di **17.000 - 20.000 Hz**.

Questo **limite massimo** dipende molto dall'età.
Una persona molto giovane riesce a udire tutta la gamma di frequenze fino ed oltre i **20.000 Hz**.
Una persona che abbia raggiunto i **30 anni** non riesce più a percepire le frequenza superiori a **15.000 - 16.000 Hz** ed una persona che abbia superato i **40 anni** non riesce più a percepire tutte le frequenze superiori a **10.000 - 12.000 Hz**.

Nei paesi di lingua latina, e quindi anche in Italia, le **7 note musicali** sono chiamate:

Do - Re - Mi - Fa - Sol - La - Si

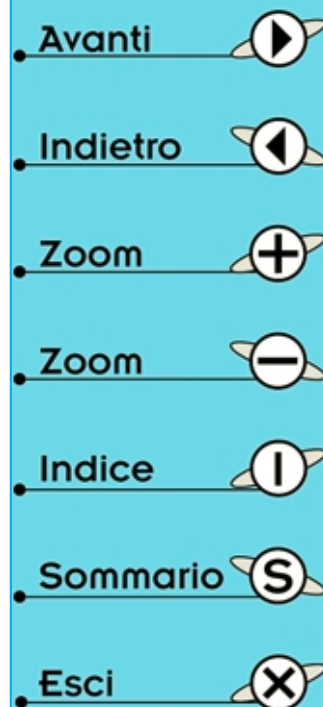
Nella **Tabella N.15** abbiamo riportato la **frequenza base** di ogni nota e nelle colonne successive le **ottave superiori**.
Come potete notare, la frequenza di ogni **ottava superiore** corrisponde ad un **raddoppio** della frequenza dell'**ottava inferiore**, quindi per ricavarla basta moltiplicare la frequenza **base** per:

2 - 4 - 8 - 16 - 32 - 64 - 128 - 256

Ad esempio la frequenza **base** della nota **LA** è di **55 Hz**, quindi la frequenza del **LA** della **1° ottava** è di **55 x 2 = 110 Hz**, la frequenza del **LA** della **2° ottava** è di **55 x 4 = 220 Hz**, la frequenza del **LA** della **3° ottava**, chiamata anche ottava **centrale**, è di **55 x 8 = 440 Hz** e via di seguito.

La frequenza di **Do# - Re# - Fa# - Sol# - La#** ha un valore intermedio tra la nota inferiore e quella superiore.

Nota: il segno grafico **#** si chiama **diesis**.

Nella **Tabella** di fig.194 trovate invece le frequenze **minime** e **massime** suddivise in **ottave** che possono generare i vari strumenti musicali e le voci umane.

ULTRASUONI

Tutti i **suoni** che hanno una frequenza **superiore** a quella che normalmente un essere umano riesce ad udire, cioè tutti quelli superiori ai **25.000 Hz** circa, vengono chiamati **ultrasuoni**.

Molti animali riescono a sentire queste frequenze **ultrasoniche** che noi non riusciamo ad udire.
Tanto per portare un esempio, i **gatti** riescono a percepire frequenze fino **40.000 hertz** circa, i **cani** fino a **80.000 hertz** ed i **pipistrelli** riescono a rilevare frequenze fino a circa **120.000 hertz**.

Senza entrare in dettaglio, possiamo dirvi che in commercio esistono particolari capsule **emittenti** e **riceventi** in grado di emettere e captare queste frequenze **ultrasoniche**.

Poiché queste frequenze **ultrasoniche** hanno proprietà quasi similari a quelle dei raggi luminosi, possono essere concentrate in fasci ben definiti.
Se nel loro cammino incontrano un ostacolo vengono subito **riflesse**, come succede ad un fascio luminoso quando incontra uno specchio.

Per questa loro caratteristica vengono utilizzate per realizzare **antifurti** ed **ecoscandagli**, che come saprete servono in navigazione per misurare le profondità marine e per localizzare ostacoli, come ad esempio scogli, sommergibili nemici ed anche per individuare banchi di pesce.
L'**ecoscandaglio** invia verso una precisa direzione un **impulso** ad **ultrasuoni** e per conoscere la distanza di un ostacolo si valuta in quanto tempo questo impulso **ritorna** alla sorgente.

Conoscendo la velocità di propagazione degli **ultrasuoni** nell'**acqua**, che risulta di circa **1.480 metri** al **secondo**, si riesce facilmente a calcolare la **distanza** dell'ostacolo.

Gli **ultrasuoni** vengono utilizzati anche in campo industriale per controllare i materiali metallici al fine di scoprire difetti interni, e per emulsionare liquidi, creme e vernici.

Vengono anche impiegati in campo **medico** per le **ecografie** o le **terapie ultrasoniche**.
Infatti gli **ultrasuoni** attraversando i tessuti vischiosi generano **calore**, quindi sono molto efficaci per curare artriti reumatiche, sciatiche, nevriti ecc.

Per concludere possiamo affermare che gli **ultrasuoni** sono suoni un po' particolare che se ben utilizzati possono servire anche per **guarire**.

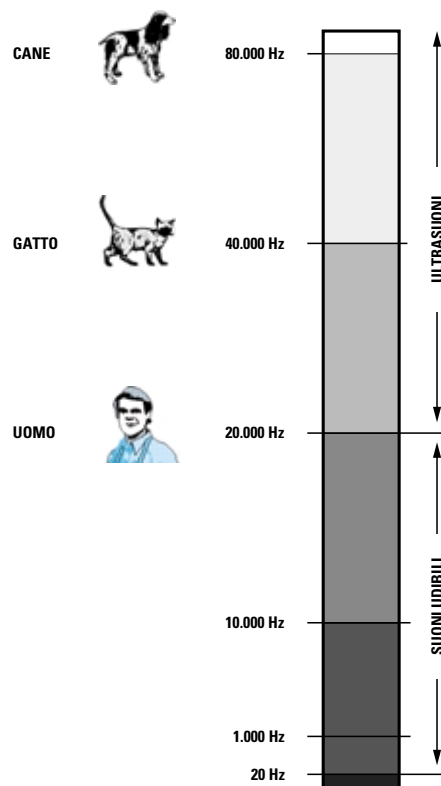
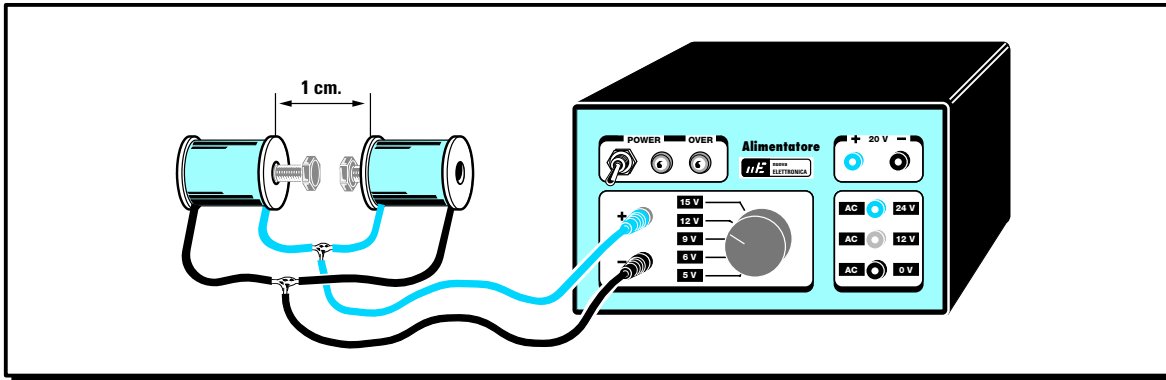
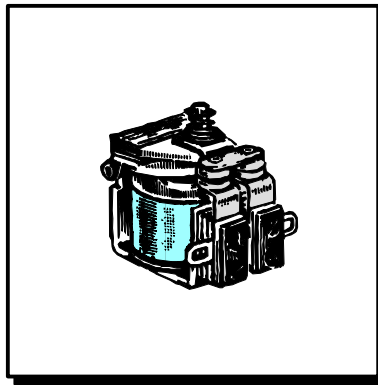
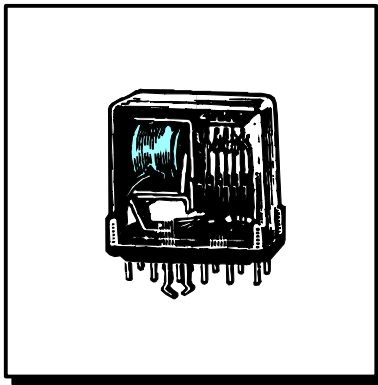



Fig.195 Tutti i suoni di frequenza superiore ai 20.000 Hz che non risultano udibile da un essere umano rientrano nella gamma delle frequenze "ultrasoniche".
Gli ultrasuoni vengono usati in campo medico per eseguire delle ecografie e anche per curare reumatismi, sciatiche ecc.

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

Anziché alimentare i circuiti elettronici con le **pile** che in breve tempo si esauriscono, vi suggeriamo di realizzare un piccolo alimentatore che riduca la tensione **alternata** dei **220 volt**, che potete prelevare da una qualsiasi **presa** di corrente, su valori di tensioni di **5 - 6 - 9 - 12 - 15 volt**. Questo stesso alimentatore dovrà trasformare la tensione **alternata** in una tensione **continua**, identica cioè a quella fornita da una **pila**.

In questa **Lezione** vi spieghiamo come montare un **alimentatore** in grado di fornire tensioni **continue stabilizzate** di **5 - 6 - 9 - 12 - 15 volt** ed anche due tensioni **alternate** di **12 - 24 volt**, che vi serviranno per alimentare molti circuiti elettronici tra i quali tutti quelli che vi presenteremo.

Poiché dalla **Lezione N.5** avete già appreso come procedere per ottenere delle **perfette** stagnature, possiamo assicurarvi che a montaggio ultimato vedrete l'alimentatore **funzionare** subito correttamente e se per ipotesi non funzionerà per un **errore** da voi commesso non preoccupatevi perché noi non vi lasceremo mai in **panne**.

In caso d'insuccesso potete spedirci il vostro montaggio e con una modica spesa noi lo ripareremo spiegandovi dove avete sbagliato.
Se stagnerete in modo **perfetto** tutti i componenti vi accorgerete che potete far funzionare qualsiasi apparecchiatura elettronica sebbene inizialmente vi possano sembrare molto complesse.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

8° ESERCIZIO ALIMENTATORE UNIVERSALE modello LX.5004

Poiché ormai avrete imparato a stagnare non avrete difficoltà a montare questo **alimentatore universale** che vi servirà per alimentare tutti i circuiti elettronici che vi proporremo.
Se seguirete attentamente tutte le istruzioni che vi forniamo possiamo assicurarvi che a montaggio completato questo alimentatore funzionerà subito ed in modo perfetto, anche se molti dei componenti impiegati non li conoscete ancora.
Questo **alimentatore** vi sarà molto utile perché parecchi dei circuiti che vi presentiamo hanno bisogno di tensioni **molto stabili** e di valori di tensione che una pila non può erogare, ad esempio **5 volt** oppure **12 - 15 volt**.
Sebbene un **alimentatore universale** abbia un costo **maggiore** rispetto a quello di una normale pila, dovete tenere presente che è in grado di fornirvi diversi tensioni **continue** e **alternate** che una pila non potrà mai fornire, inoltre vi durerà tutta una vita senza mai "**scaricarsi**".

L'alimentatore che abbiamo progettato è in grado di fornirvi tutte queste tensioni:

– **2** tensioni **alternate** di **12** e **24 volt** con una corrente massima di **1 amper**.

– **5** tensioni **continue stabilizzate** da **5 - 6 - 9 - 12 - 15 volt** con una corrente massima di **1 amper**.

– **1** tensione **continua non stabilizzata** di **20 volt** con una corrente massima di **1 amper**.

Costruire questo alimentatore sarà anche un valido esercizio per imparare a **leggere** uno **schema elettrico** e nello stesso tempo vedrete come sono disposti in **pratica** tutti i componenti guardando il solo schema di montaggio riportato in fig.198.

Iniziamo la descrizione dello schema elettrico (vedi fig.197) partendo dalla **presa** di **rete** dei **220 volt**.

Questa tensione prima di entrare sull'avvolgimento primario del trasformatore **T1** passa attraverso l'**interruttore** siglato **S1** che ci serve per poter accendere e spegnere l'alimentatore.
Sul trasformatore **T1** sono presenti due avvolgimenti **secondari**, uno in grado di fornire **17 volt alternati 1 amper** ed uno in grado di fornirci **0 - 12 - 24 volt alternati 1 amper**.
La tensione **alternata** dei **17 volt** viene applicata sull'ingresso del **ponte raddrizzatore** siglato **RS1** che provvede a trasformarla in una **tensione continua**.

Il condensatore **elettrolitico** siglato **C1**, posto sull'uscita del **ponte RS1**, ci permette di rendere la tensione raddrizzata perfettamente **continua**.

Questa tensione viene poi applicata sull'ingresso di un **integrato stabilizzatore** tipo **LM.317** che nello schema elettrico è rappresentato da un rettangolo nero siglato **IC1**.
Come potete osservare in fig.196 questo integrato dispone di **3 piedini** designati con le lettere **R-U-E**.

E – è il piedino di **entrata** sul quale va applicata la tensione **continua** che vogliamo **stabilizzare**.

U – è il piedino di **uscita** dal quale preleviamo la **tensione continua stabilizzata**.

R – è il piedino di **regolazione** che provvede a determinare il valore della tensione da stabilizzare.
Per ottenere in uscita una tensione **stabilizzata** di **5 - 6 - 9 - 12 - 15 volt** dobbiamo applicare sul piedino **R** una tensione che determiniamo tramite il **commutatore** rotativo **S2**.

La tensione **stabilizzata** che applichiamo sui **morsetti d'uscita** viene filtrata dai condensatori siglati **C3 - C4** che eliminano ogni più piccolo residuo di **alternata**.

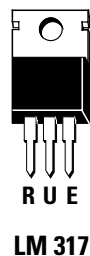
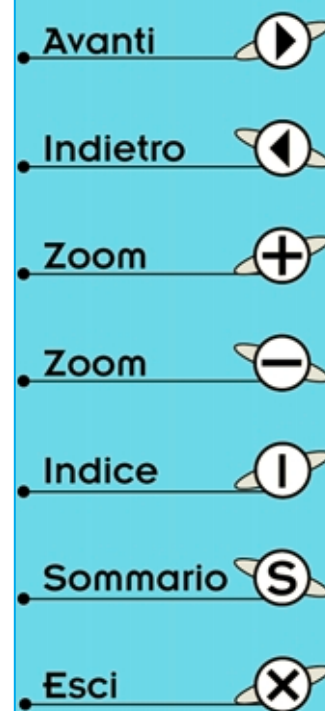
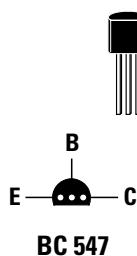
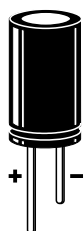



Fig.196 In questa figura abbiamo riportato le connessioni viste da sotto dei piedini dell'integrato LM.317 e del transistor BC.547. Se nei condensatori elettrolitici non trovate indicato quale dei due terminali è il "positivo", ricordatevi che questo è più "lungo" dell'opposto terminale negativo.

Consigliamo di realizzare questo alimentatore perché da questo potrete prelevare tutte le tensioni necessarie per alimentare i vari progetti che presenteremo in questo corso di elettronica.

La tensione raddrizzata dal ponte **RS1** oltre ad entrare sul piedino **E** dell'integrato **IC1** raggiunge direttamente i **morsetti** indicati **Uscita 20 volt** dai quali possiamo prelevare questo valore di tensione che **non risulta stabilizzato**.

Il **diodo led** siglato **DL2** collegato sulla tensione di **20 volt** indica quando l'alimentatore è acceso o spento.

In questo alimentatore abbiamo inserito diverse **protezioni**: una per i **cortocircuiti**, una per i **sovraccarichi** ed una per le **correnti inverse** onde evitare di danneggiare l'integrato **IC1** nel caso mettessimo involontariamente in **cortocircuito** i due fili d'uscita della tensione **stabilizzata** o nel caso tentassimo di prelevare delle **correnti** maggiori di **1 amper**.

Se per ipotesi mettessimo in **corto** i due fili d'uscita o volessimo prelevare dall'alimentatore delle **correnti** maggiori di **1 amper**, ai capi delle due resistenze **R5 - R6** ritroveremmo una tensione **positiva** che farebbe scendere bruscamente la tensione di riferimento sul piedino **R** e di conseguenza quella sul terminale d'uscita **U**.
La tensione presente ai capi delle due resistenze **R5 - R6** raggiunge, tramite la resistenza **R2**, anche il terminale Base del transistor **TR1** che, portandosi in conduzione, fa accendere il **diodo led** siglato **DL1** collegato in serie al terminale Collettore.
Quindi quando si accende il diodo **DL1** significa che c'è un **cortocircuito** sull'apparecchiatura che alimentiamo oppure che questa assorbe una corrente **maggiore** di **1 amper**.

Per proteggere l'integrato **IC1** quando si **spegne** l'alimentatore, abbiamo collegato tra i piedini **E - U** il diodo al silicio **DS1**.

Infatti tutte le volte che togliamo i **220 volt** dal primario del trasformatore **T1**, la tensione sul piedino d'ingresso **E** scende velocemente a **0 volt**, ma non dobbiamo dimenticare che sul piedino d'uscita **U** è presente il condensatore elettrolitico d'uscita **C3** che non riesce a scaricarsi così velocemente come quello posto sull'ingresso.
Quindi sul piedino d'uscita **U** ritroveremmo una tensione **maggiore** rispetto a quella presente sul piedino **E** e questa differenza potrebbe danneggiare l'integrato **IC1**.

Quando la tensione sul condensatore elettrolitico **C3** risulta maggiore di quella presente sul condensatore elettrolitico **C1**, il diodo **DS1**, portandosi in conduzione, trasferisce la sua tensione sul piedino **E** e così non ritroveremo mai sul piedino d'ingresso una tensione **minore** a quella presente sul piedino d'uscita.
Il diodo **DS2**, posto tra il piedino **U** ed il piedino **R**, serve per scaricare velocemente il condensatore elettrolitico **C2** collegato su tale piedino, ogni volta che passiamo da una tensione **maggiore** ad una **minore** ruotando il commutatore **S2**.

Ammesso che il commutatore **S2** fosse ruotato sulla posizione **12 volt** ai capi del condensatore elettrolitico **C2** risulterebbe presente una tensione di circa **10,75 volt**.

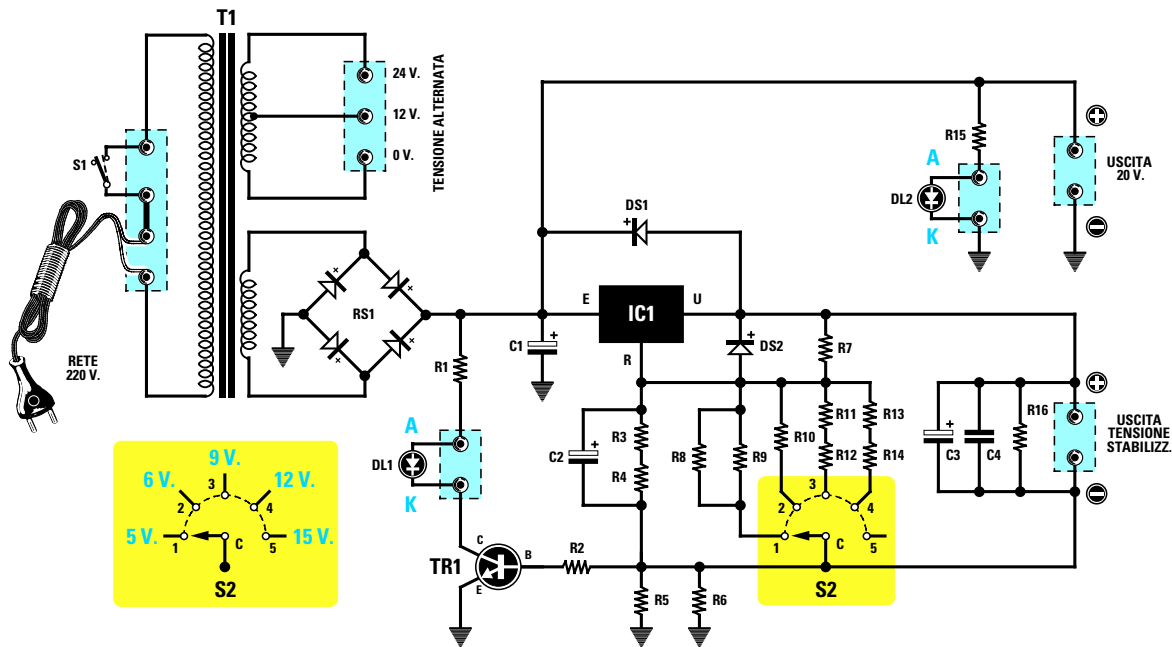



Fig.197 Schema elettrico dell'alimentatore. Nel riquadro giallo sono evidenziate le posizioni in cui dovete ruotare il commutatore S2 per ottenere in uscita le varie tensioni.

Se ruotassimo **S2** per ottenere in uscita una tensione **stabilizzata** di **5 volt**, il condensatore elettrolitico **C2** continuerebbe a fornire sul piedino **R** di **IC1** una tensione di **10,75 volt** e poiché ritroveremmo questa tensione anche sui terminali d'**uscita**, correremmo il rischio di alimentare un'apparecchiatura che richiede una tensione stabilizzata di **5 volt** con una di **12 volt**.
Il diodo **DS2**, collegato tra i terminali **R - U** dell'integrato **IC1**, provvede a **scaricare** velocemente il condensatore elettrolitico **C2** in modo che sull'uscita si abbiano i **volt** richiesti.
Le resistenze **R8/R9 - R10 - R11/R12 - R13/R14** collegate sul commutatore **S2** servono per applicare sul piedino **R** dell'integrato **IC1** il valore di tensione idoneo ad ottenere in uscita una tensione **stabilizzata** di **5 - 6 - 9 - 12 - 15 volt**.

Dopo questa breve spiegazione dello schema **elettrico** passiamo alla descrizione della **realizzazione pratica** del nostro alimentatore universale.
In fig.198 riportiamo il disegno dello schema **pratico** che servirà a dissipare ogni vostro eventuale piccolo dubbio.
Infatti in questa figura sono chiaramente visibili le posizioni in cui dovete inserire tutti i **compo-**

ELENCO COMPONENTI

R1 = 1.200 ohm 1/4 watt
R2 = 1.000 ohm 1/4 watt
R3 = 1.200 ohm 1/4 watt
R4 = 1.200 ohm 1/4 watt
R5 = 1,2 ohm 1/2 watt
R6 = 1,2 ohm 1/2 watt
R7 = 220 ohm 1/4 watt
R8 = 1.800 ohm 1/4 watt
R9 = 1.800 ohm 1/4 watt
R10 = 1.200 ohm 1/4 watt
R11 = 2.200 ohm 1/4 watt
R12 = 1.200 ohm 1/4 watt
R13 = 8.200 ohm 1/4 watt
R14 = 470 ohm 1/4 watt
R15 = 1.200 ohm 1/4 watt
R16 = 10.000 ohm 1/4 watt
C1 = 2.200 mF elettrolitico 50 volt
C2 = 10 mF elettrolitico 50 volt
C3 = 220 mF elettrolitico 25 volt
C4 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo 1N.4007
DS2 = diodo 1N.4007
DL1 = diodo led
DL2 = diodo led
RS1 = ponte raddriz. 200 volt 1,5 amper
TR1 = NPN tipo BC.547
S1 = interruttore
S2 = commutatore 1 via 5 posizioni
IC1 = integrato LM.317
T1 = trasform. 40 watt (T040.02)
sec. 0-12-24 V 1 A + 17 V 1 A

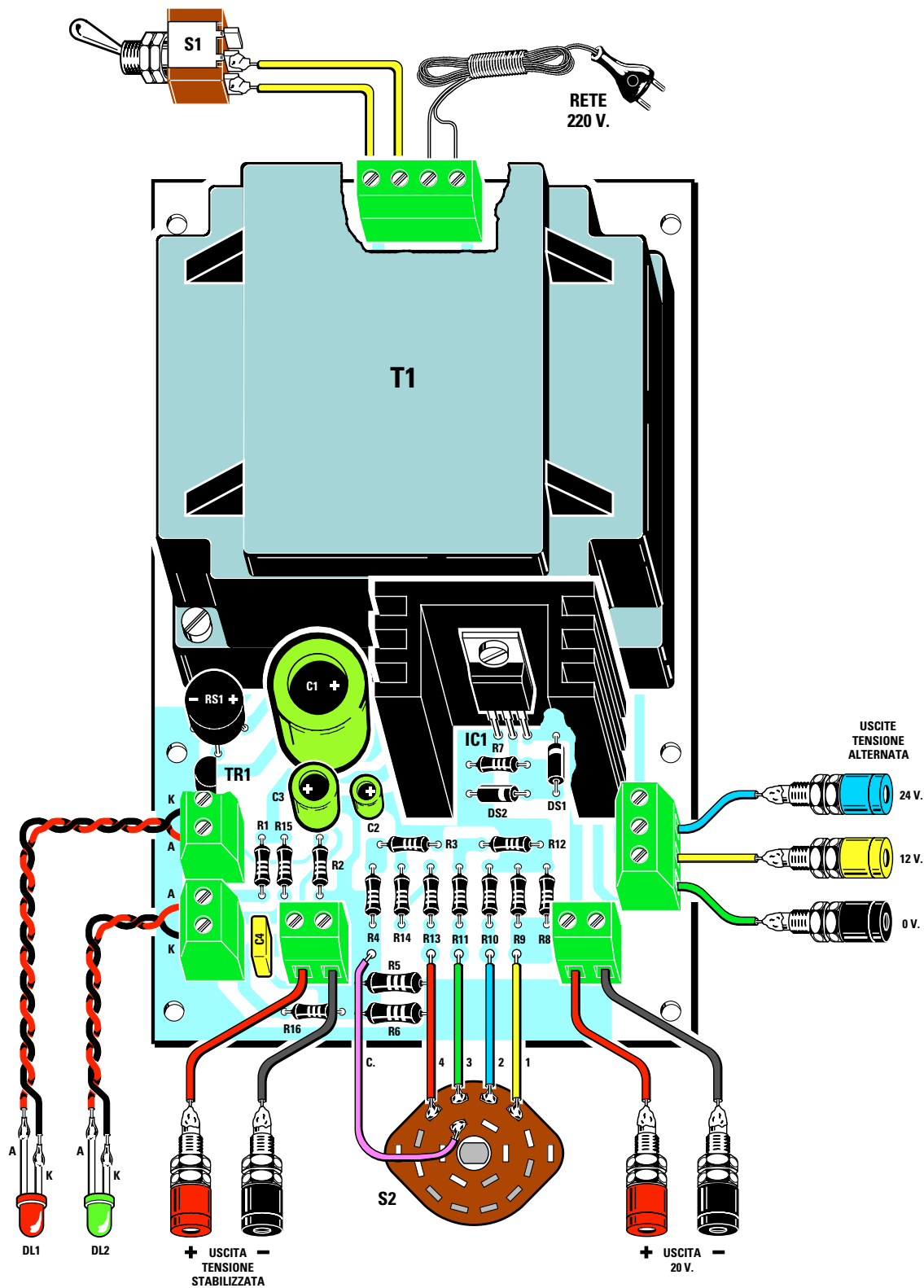



Fig.198 Schema pratico di montaggio. Nelle posizioni indicate dalle sigle dovrete inserire i valori riportati nell'elenco componenti senza confondervi (leggere articolo).

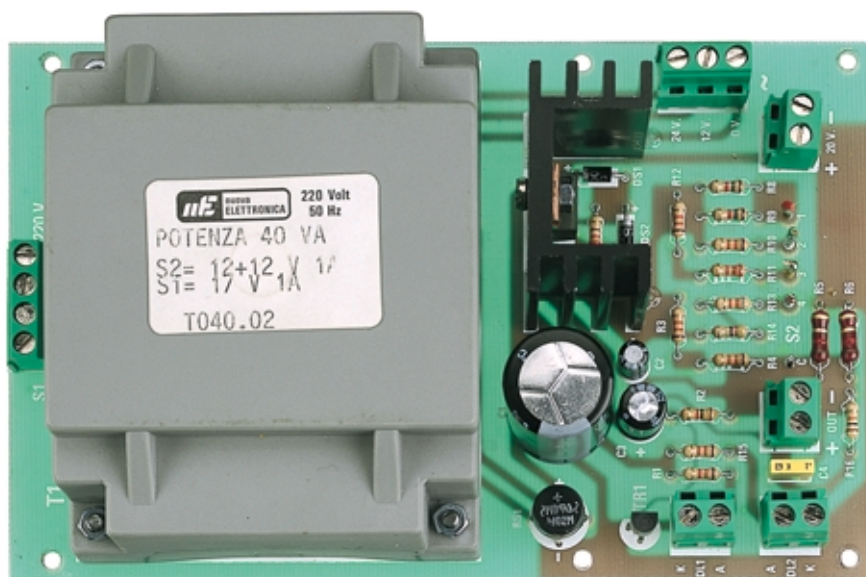



Fig.199 Dopo aver montato tutti i componenti sul circuito stampato e stagnati i loro terminali sulle piste in rame sottostanti, otterrete un montaggio simile a quello visibile in questa foto. Si noti l'aletta di raffreddamento con sopra fissato l'integrato IC1.

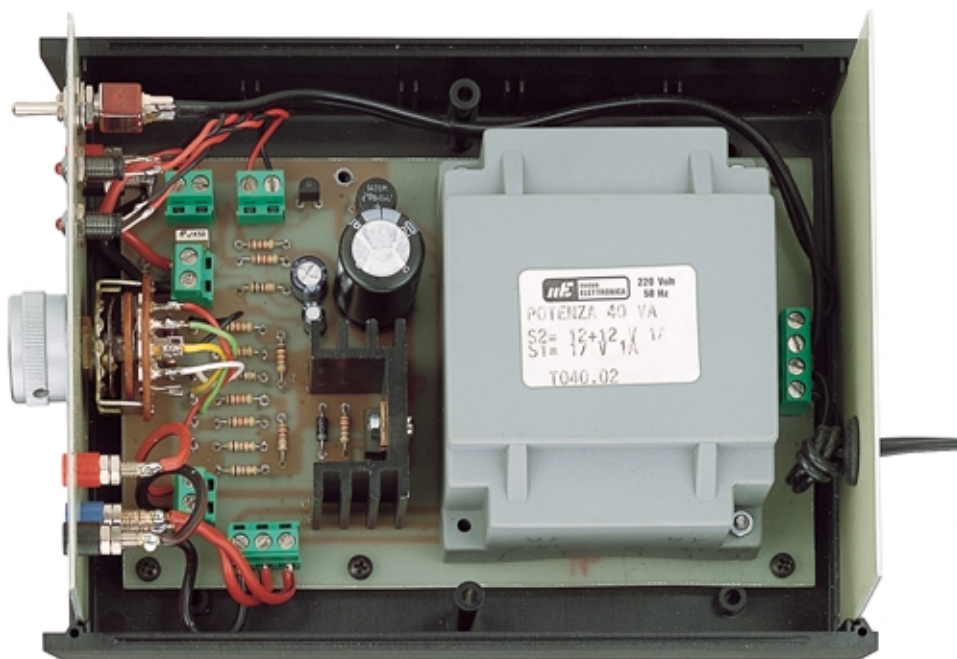



Fig.200 La scheda montata andrà poi fissata all'interno del suo mobile plastico. Sul pannello frontale fisserete il commutatore S2, le boccole d'uscita e le gemme cromate contenenti i diodi led. Per le connessioni al commutatore S2 potrete fare riferimento alla fig.204 e per fissare le boccole d'uscita sul pannello al disegno riportato in fig.206.

nenti sul circuito stampato (notare le loro sigle).
Per sapere il **valore** delle resistenze e dei condensatori da inserire nelle posizioni riportate dovrete solo controllare la **lista componenti** che si trova a fianco dello schema elettrico.

Acquistando il kit siglato **LX.5004** troverete tutti i componenti necessari al montaggio, più un mobile plastico completo di una mascherina forata e serigrafata.

Anche se potete iniziare il montaggio da un componente qualsiasi noi vi consigliamo di cominciare dalle **resistenze**.
Prima di inserirle nel circuito stampato dovete ripiegare ad **L** i loro terminali in modo da poterli facilmente inserire nei fori predisposti sullo stampato.
A questo punto prendete la **tabella del codice colori**, che abbiamo riportato nella **Lezione N.2**, e iniziate a suddividere le varie resistenze.

La prima resistenza da inserire, siglata **R1**, è da **1.200 ohm** e deve avere sul corpo questi colori:

marrone - rosso - rosso - oro

Quando l'avete individuata, inseritela sullo stampato nel punto corrispondente alla sigla **R1** e pigiatela a fondo in modo che il suo corpo appoggi sul circuito stampato.
A questo punto rovesciate lo stampato quindi **stagnate**, come vi abbiamo insegnato, i suoi terminali sulle piste in rame.
Cercate di eseguire delle perfette **stagnature** perché un terminale **mal stagnato** potrebbe impedire al circuito di funzionare.
Dopo averla stagnata tagliate con un paio di tronchesine la parte **eccedente** dei terminali.
Stagnata la resistenza **R1**, prendete la resistenza **R2** da **1.000 ohm** che deve avere sul suo corpo questi colori:

marrone - nero - rosso - oro

Questa resistenza va inserita nello stampato in corrispondenza della sigla **R2**.
Dopo avere stagnato i suoi due terminali e tagliata la parte eccedente, potete inserire le resistenze **R3 - R4** che, essendo entrambe da **1.200 ohm**, hanno sul corpo gli stessi colori della **R1**.
Riconoscerete subito le resistenze **R5 - R6** da **1,2 ohm 1/2 watt** perché di dimensioni leggermente maggiori rispetto alle altre resistenze da **1/4** di **watt**.
Comunque sul corpo di queste resistenze risulteranno presenti questi colori:

marrone - rosso - oro - oro

In pratica i primi due colori ci forniscono il numero **12** mentre il **terzo** colore **oro** indica che dobbiamo **dividere x 10** il numero **12**, ottenendo **1,2 ohm**.
Dopo le resistenze **R5 - R6** potete inserire tutte le altre controllando i **colori** riportati sui loro corpi.
Proseguendo nel montaggio potete prendere i due **diodi** al **silicio**, ripiegare ad **L** i loro terminali ed inserirli sullo stampato nei punti indicati con le sigle **DS1** e **DS2**.
Per quanto riguarda i **diodi** dovete fare **molta attenzione** alla **fascia colorata** che si trova sempre da un solo lato del corpo.
La **fascia** del diodo **DS1** deve essere rivolta verso l'**alto** e quella del diodo **DS2** verso **destra**, come visibile nello schema pratico di fig.198.
Stagnati i terminali di questi diodi potete montare il **transistor** inserendolo nella posizione indicata con la sigla **TR1**.
I terminali di questo transistor **non** devono essere accorciati, quindi inseriteli nello stampato in modo che fuoriescano dal lato opposto di **1 millimetro** o poco più, cioè quanto basta per poterli stagnare sulle piste del circuito stampato.
Prima di stagnare i terminali controllate che la **parte piatta** del corpo risulti rivolta verso il condensatore elettrolitico **C1** (vedi fig.198).
Dopo il transistor potete prendere l'integrato **LM.317** e fissarlo con una vite più dado sull'aletta di raffreddamento, rivolgendo la parte **metallica** di questo integrato verso l'aletta.
Inserite questo integrato pigiandolo sullo stampato, in modo che l'aletta di raffreddamento **appoggi** sulla basetta del circuito stampato, poi dal lato opposto stagnate i suoi tre terminali sulle piste in rame quindi tranciate con un paio di tronchesine l'eventuale parte eccedente.
A questo punto potete prendere il **ponte raddrizzatore** per inserirlo nei quattro fori siglati **RS1**.
Quando lo inserite dovete fare molta attenzione ai due segni **positivo** e **negativo** incisi sul corpo.
Il terminale **positivo** va inserito nel foro contrassegnato **+** e l'opposto terminale **negativo** nel foro contrassegnato **–**.
Spingete il corpo del ponte nei fori in modo da tenerlo sollevato dallo stampato di circa **10 mm**, poi dal lato opposto stagnate i suoi quattro terminali sulle piste in rame quindi tranciate con le tronchesine la parte in eccesso.

Se nel tranciare i terminali vi accorgete che il ponte si **muove** significa che l'avete stagnato **male**, quindi rifate la stagnatura.
In fig.201 potete vedere come si presenta un circuito stampato stagnato in modo **perfetto**.
Se le vostre stagnature si presentano come quelle visibili in fig.202 significa che **non avete** ancora imparato a **stagnare** quindi rileggetevi tutta la lezione su **come stagnare**.

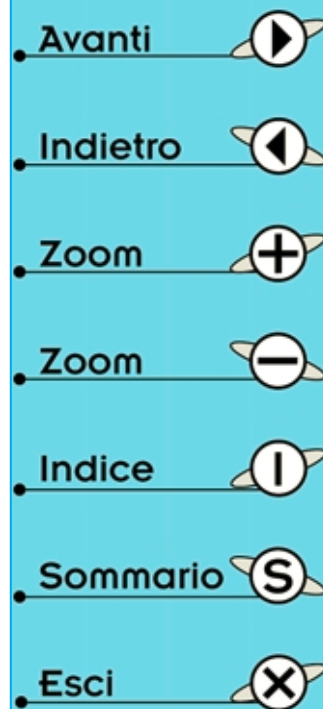
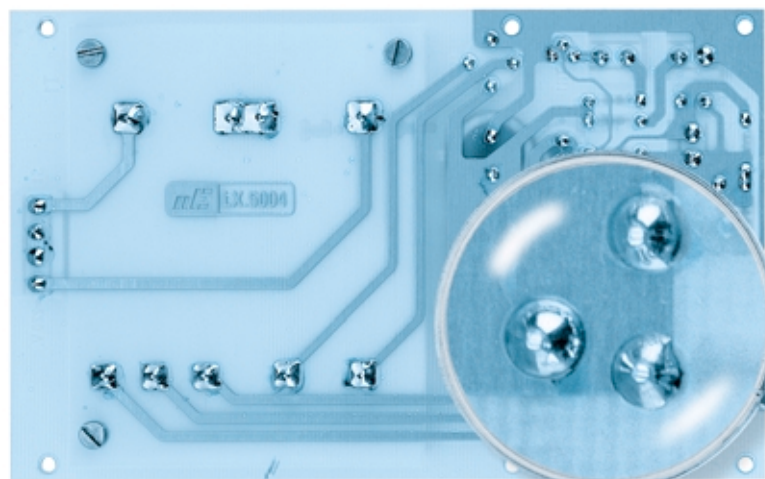



Fig.201 In questa foto potete vedere come debbono presentarsi tutte le stagnature sulle piste in rame del circuito stampato.

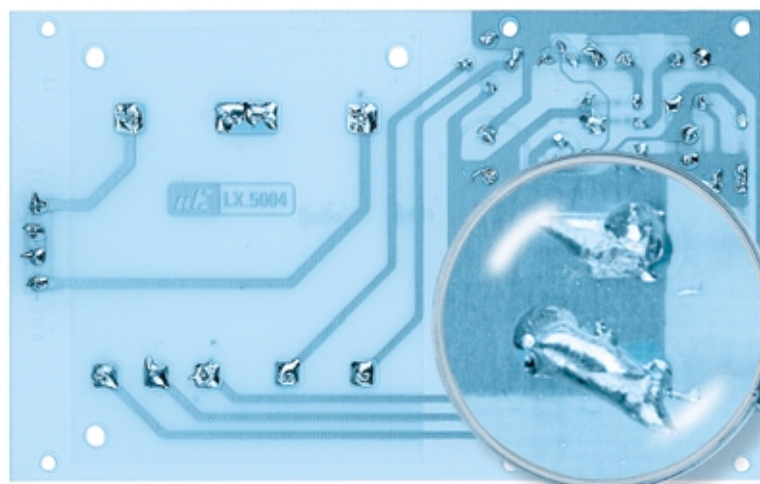



Fig.202 Se farete delle stagnature simili a queste difficilmente il circuito potrà funzionare. In questo caso dovrete rifarle seguendo le istruzioni riportate nella lezione N.5.

Proseguendo nel montaggio potete inserire i tre **elettrolitici** siglati **C1 - C2 - C3** rispettando la **polarità** dei terminali.
Poiché sul loro corpo non sempre sono riportati entrambi i simboli **+/–**, ma spesso il solo segno **negativo**, in caso di dubbio sappiate che il terminale **più lungo** che fuoriesce dal corpo (vedi fig.205) è sempre il **positivo**.
Inserite questo terminale nel foro indicato **+** poi pigiate il condensatore fino a farlo appoggiare sullo stampato.
Dal lato opposto, sulle piste in rame, stagnate i due terminali poi con un paio di tronchesine tagliatene l'eccedenza.

Dopo gli elettrolitici potete inserire il condensatore **poliestere** siglato **C4** e poiché i suoi terminali non sono polarizzati potete inserirli in qualsiasi verso.
A questo punto inserite e stagnate i terminali delle **morsettiere** che vi serviranno per entrare con la tensione di rete dei **220 volt** e per prelevare dal circuito stampato le tensioni **alternate** e **continue** e quelle per alimentare i diodi led **DL1 - DL2**.

Terminata questa operazione potete prendere il trasformatore **T1** ed infilare i suoi terminali nel circuito stampato.
I terminali di questo trasformatore sono disposti in modo da entrare solo nel verso giusto, cioè con

l'avvolgimento **primario** rivolto verso la **morsettiera** dei **220 volt** ed i **secondari** verso l'aletta di raffreddamento di **IC1**.
Inserito il trasformatore fissatelo sullo stampato con quattro viti in ferro più dado, dopodiché stagnate tutti i suoi terminali sulle piste in rame del circuito stampato.

Nei fori dello stampato siglati **1 - 2 - 3 - 4 - C** dovrete stagnare degli spezzoni di filo di rame **isolato in plastica** lunghi circa **8 cm** che vi serviranno per arrivare sui terminali del **commutatore rotativo** siglato **S2** dopo che l'avrete fissato sul panello del mobile.

Montati tutti i componenti, il circuito stampato va fissato all'interno del suo mobile plastico utilizzando quattro viti **autofilettanti**.
Dal mobile sfilate il pannello frontale che vi forniremo **già forato** e **serigrafato**, perché dovete fissare molto bene l'interruttore **S1**, le due **gemme** cromata contenenti i **diodi led** ed il **commutatore S2**.
Prima di fissare il commutatore **S2** dovete tagliare con una **sega** il suo perno, in modo che risulti lungo circa **10 mm** (vedi fig.203).

Sempre su questo **pannello** andranno fissate le **boccole d'uscita**, che ci serviranno per prelevare la tensione **alternata** di **0 - 12 - 24 volt**, la tensione **continua non stabilizzata** di **20 volt** e quella **continua stabilizzata** che potrete scegliere tra questi valori: **5 - 6 - 9 - 12 - 15 volt**.
Quando fissate queste **boccole** dovete **sfilare** i due **dadi posteriori** e togliere dal corpo la **rondella di plastica**, poi, dopo avere infilato le boccole nel foro del pannello, dovete **reinserire** la **rondella di plastica** e stringere i suoi dadi come visibile in fig.206.
Se **non applicherete** la **rondella di plastica** sulla parte posteriore della boccola, la sua **vite centrale** verrà a contatto con il **metallo** del pannello ed in questo modo tutte le uscite risulteranno in **cortocircuito**, e voi non otterrete in uscita **nessuna** tensione.

Prima di reinserire il pannello nel mobile dovete stagnare **due fili** isolati in **plastica** sui due terminali dell'interruttore **S1**.
Mettete a nudo le estremità di questi fili togliendo l'isolante plastico per circa **3 mm**, stagnate i fili in rame all'interno degli occhielli presenti su questi terminali, quindi provate a muoverli o a tirarli per vedere se li avete stagnati **bene**.

Se sul corpo di questo interruttore fossero presenti **3 terminali**, stagnate un filo sul terminale **centrale** e l'altro su uno dei due **laterali** (vedi fig.198).

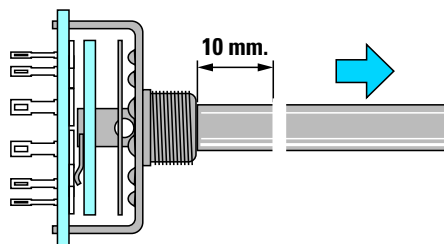



Fig.203 Il perno del commutatore S2 andrà segato in modo da ottenere una lunghezza totale di circa 10 millimetri.

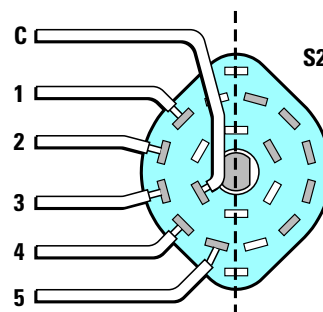



Fig.204 Poiché il commutatore S2 è composto da due identiche sezioni una di queste rimarrà inutilizzata.

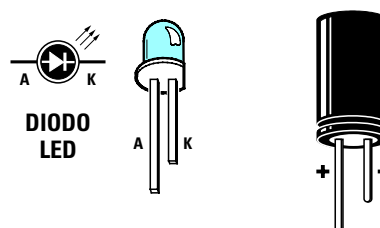



Fig.205 Il terminale più lungo del diodo led è l'Anodo, quello del condensatore elettrolitico è il "positivo".

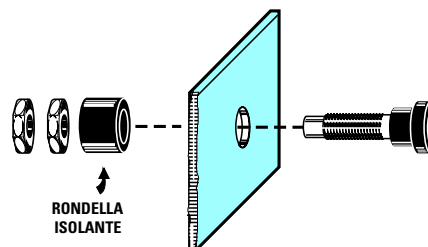
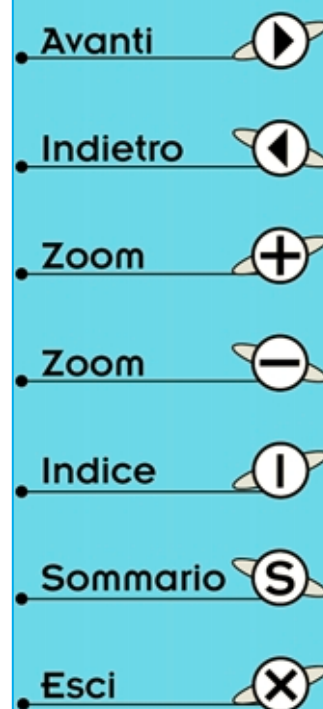



Fig.206 Per fissare le boccole sul pannello frontale dovrete sfilare dal loro corpo la rondella in plastica ed inserirla sul retro.

Prendete ora i due sottili fili isolati in plastica bicolore che troverete nel kit e stagnateli sui due terminali dei **diodi led** (vedi **DL1 - DL2**).
Dovrete tenere questi due terminali leggermente divaricati in modo che non si tocchino.
Come già sapete questi diodi hanno un terminale **più lungo** chiamato **Anodo** (vedi lettera **A**) ed uno **più corto** chiamato **Catodo** (vedi lettera **K**) e la polarità di questi terminali va rispettata.
Se per **errore** invertite i due fili nella morsettiera non accadrà nulla, ma il diodo led non potrà mai **accendersi**.
In questi casi basta invertire i due fili sulla morsettiera presente sul circuito stampato perché i diodi si **accendano**.
Ovviamente vedrete accendersi il solo diodo led **DL2**, perché **DL1** si accende soltanto quando c'è un **cortocircuito** sull'apparecchiatura alimentata.

A questo punto prendete i due spezzoni di filo colorato **rosso/nero** che hanno un diametro maggiore rispetto a quello utilizzato per alimentare i due **diodi led**, e togliete sulle loro estremità circa **5 mm** di plastica in modo da mettere a **nudo** il filo di rame interno.
Stagnate il filo con la plastica **nera** sui terminali delle **boccole nere** ed il filo con la plastica **rossa** sui terminali delle **boccole rosse** delle uscita **20 volt** e **tensione stabilizzata**.
Fate attenzione perché stagnare questi fili sui terminali delle **boccole d'ottone** è in po' difficoltoso. Infatti se il loro corpo non risulta ben riscaldato dalla **punta** del saldatore quando depositerete lo stagno si **raffredderà** immediatamente senza aderire al metallo della boccola.
Vi consigliamo pertanto di **prestagnare** le estremità di questi fili, poi di appoggiare la **punta** del saldatore sul metallo della boccola in modo da surriscaldarla, quindi **prestagnare** anche l'estremità di questa boccola con una o due gocce di stagno, e solo a questo punto potrete appoggiare l'estremità del filo in rame, poi sopra a questo mettere la **punta** del saldatore, avvicinare il filo di stagno, fonderne una goccia e tenere il saldatore fermo fino a quando non si sarà sciolto anche lo stagno depositato in precedenza sulla boccola.
Ora potete togliere il saldatore e **soffiare** sulla stagnatura così da raffreddarla più velocemente.

Infilate l'opposta estremità di questi fili, che vi consigliamo di **prestagnare** per tenere tutti i sottili fili uniti, nei due fori delle **morsettiere** presenti nel circuito stampato, rispettando il **positivo** ed il **negativo** ed ovviamente stringete le loro viti per evitare che possano fuoriuscire.

Le estremità dei fili che avete stagnato nei fori **C - 4 - 3 - 2 - 1** dovranno essere stagnate sui terminali del commutatore **S2**.
Poiché questo commutatore è composto da **2 sezioni** sul suo corpo troverete **6 terminali** da un lato e **6 terminali** dal lato opposto (vedi fig.204).
Poiché viene utilizzata una **sola sezione** sceglietene una a caso, tenendo presente che il terminale **C** (cursore centrale) è quello posto più verso l'interno.
Cercate di rispettare l'ordine dei fili come visibili nello schema di fig.198 diversamente potrebbe verificarsi che ruotando la manopola sulla posizione **5 volt** fuoriescono **12** oppure **15 volt**.

A questo punto prendete il **cordone di alimentazione** dei **220 volt** ed infilatelo nel foro presente sul **pannello posteriore**.
Su questo cordone dovete fare un **nodo** (vedi fig.207) per evitare che **tirando** il filo questo possa sfilarsi. Dopo aver tolto sulle estremità **5 mm** di plastica in modo da mettere a nudo i fili interni, dovrete attorcigliarli e **prestagnarli** per evitare che i suoi sottili fili si **sfilaccino**.
Dopo averli inseriti nei fori della morsettiera stringete le due viti poi controllate che siano effettivamente bloccati tirandoli leggermente.
Su questa morsettiera dovrete inserire anche i due fili che provengono dall'interruttore **S1**.
Chiuso il coperchio del mobile plastico con le sue viti, potrete fissare sul perno del commutatore **S2** la **manopola**, e ruotandola controllate che la sua **tacca** di riferimento si porti in corrispondenza dei numeri **5 - 6 - 9 - 12 - 15**.

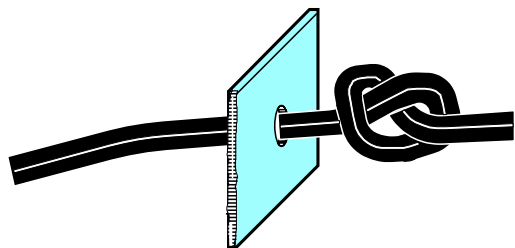



Fig.207 Per evitare che il cordone di alimentazione di rete dei 220 volt possa sfilarsi se tirato, vi conviene fare un nodo nella parte di filo che rimane all'interno.

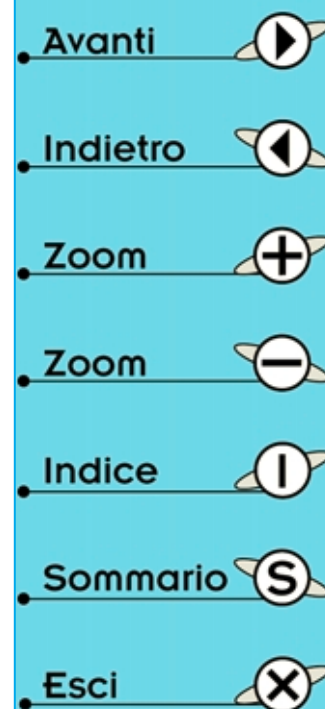
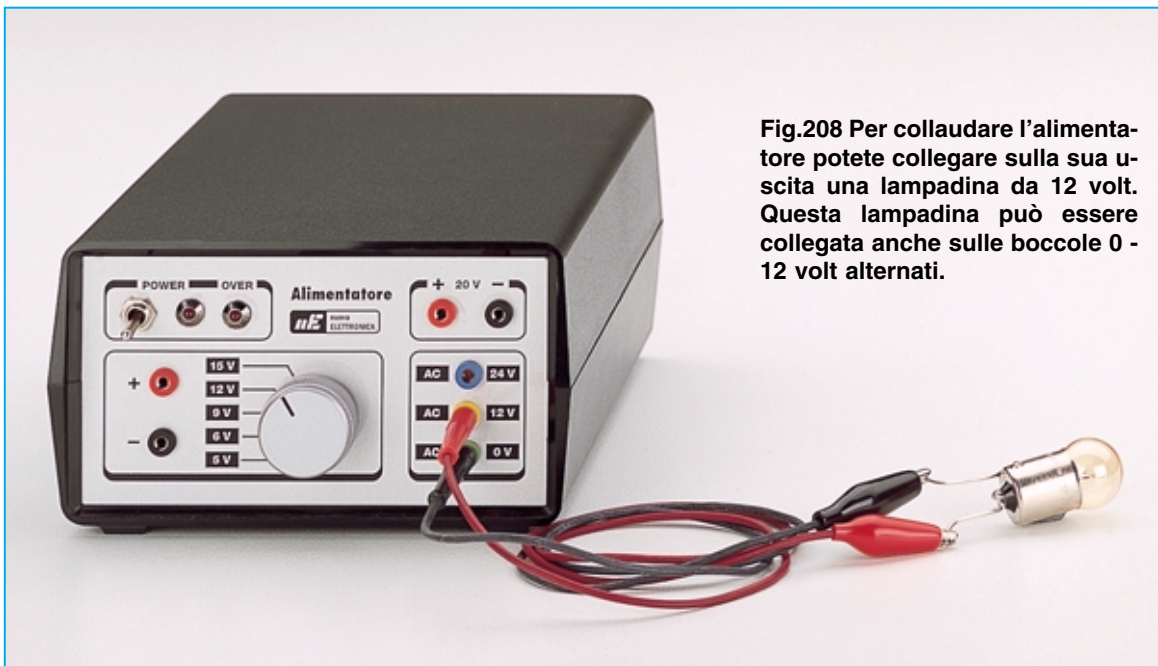



Fig.208 Per collaudare l'alimentatore potete collegare sulla sua uscita una lampadina da 12 volt. Questa lampadina può essere collegata anche sulle boccole 0 - 12 volt alternati.

Se così non fosse svitate leggermente la manopola quindi portate la sua **tacca** in corrispondenza dei **5 volt** e serrate la sua vite.
Eseguite queste operazioni il vostro alimentatore è già pronto per essere utilizzato.
Inserite la **spina rete** in una **presa luce** poi spostate la leva dell'interruttore **S1** così da **accendere** il diodo led **DL2**.
Quando questo diodo si **accende** su tutte le **boccole d'uscita** sono presenti le tensioni da noi dichiarate.
Se volete accertarvene misuratele con un **tester** e se ancora non l'avete procuratevi una piccola lampadina da **12 volt 3 watt circa** e provate a collegarla sulle due uscite **0 - 12 volt alternati**: vedrete che si accenderà.
Ora provate ad inserirla sulla presa **tensione stabilizzata** poi ruotate la manopola del commutatore **S2** dalla posizione **5 volt** verso i **15 volt** e vedrete che la luminosità della lampadina **aumenterà** progressivamente.
Non tenete per molto tempo la lampadina sulla tensione dei **15 volt** perché potrebbe bruciarsi. Infatti l'alimentiamo con una tensione maggiore dei **12 volt** richiesti.
Per lo stesso motivo **non inserite** la lampadina sulla tensione **non stabilizzata** dei **20 volt**.
Quando spegnete l'alimentatore tramite l'interruttore **S1** non preoccupatevi se il diodo led **DL2** non si **spegne istantaneamente** perché fino a quando i condensatori **elettrolitici** siglato **C1 - C2 - C3** non si saranno totalmente **scaricati** il diodo led rimarrà **acceso**.

L'alimentatore che avete costruito solo dopo poche lezioni sarà il vostro primo **successo** e ben presto vi accorgerete quanto risulti indispensabile in campo elettronico.
NOTA: Non utilizzate mai l'alimentatore prima di averlo racchiuso dentro il suo **mobile plastico** per evitare di toccare involontariamente con le mani i terminali dell'interruttore **S1**. Infatti su questi è presente la tensione di rete dei **220 volt** e toccarli potrebbe risultare **pericoloso**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Poiché sappiamo quanto risulta difficile procurarsi nei negozi tutti i componenti necessari per questa realizzazione, noi ci impegniamo a fornirvi su richiesta tutti i componenti necessari , cioè mobile, circuito stampato, trasformatore, stagno ecc. indicandovi anche il **costo totale** del kit, escluse le **spese postali** e di **imballo** che si aggirano attualmente sulle **5.000 lire**.
Il costo di tutti i componenti richiesti per questo alimentatore siglato **LX.5004** è di L.105.000.

Potete ordinare il kit direttamente a:
Nuova Elettronica
via Cracovia, 19 - 40139 BOLOGNA

oppure **telefonare** al numero **0542 - 64.14.90**
o spedire un **fax** al numero **0542 - 64.19.19**

Il prezzo è già compreso di **IVA**. Se richiederete il kit in **contrassegno** pagherete il pacco direttamente al vostro postino alla consegna.

ELETTROCALAMITE

Quando in un **filo di rame** si fa scorrere una **tensione** attorno a questo si formano delle **linee concentriche** capaci di generare un debolissimo **flusso magnetico** (vedi fig.212).
Avvolgendo un certo numero di spire attorno ad un rocchetto il flusso magnetico si **rinforza** tanto da riuscire ad attirare dei piccoli oggetti metallici come fa una normale **calamita**.
Più **spire** avvolgiamo o più **tensione** applichiamo ai capi della bobina più **aumenta** il flusso magnetico.
Per **aumentarlo** ulteriormente è sufficiente inserire all'interno di questa bobina un nucleo di **ferro**.
Si realizza così una piccola **elettrocalamita** che attirerà piccoli oggetti **metallici** quando applicheremo una tensione alla bobina e li respingerà quando la tensione verrà a mancare.
Le **elettrocalamite** vengono utilizzate in elettronica per realizzare dei **relè** (vedi fig.210), cioè dei **commutatori** in grado di **chiudere** o **aprire** i contatti **meccanici**.

Poiché un campo magnetico si può osservare solo tramite i suoi effetti, abbiamo pensato di fornirvi

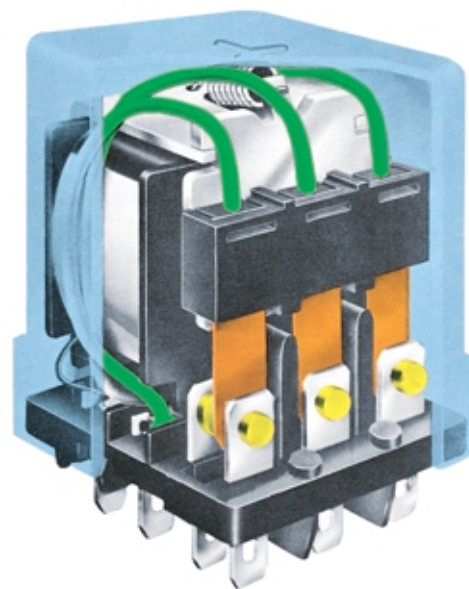



Fig.209 Il relè è un componente composto da una elettrocalamita e serve a chiudere o ad aprire dei contatti meccanici.

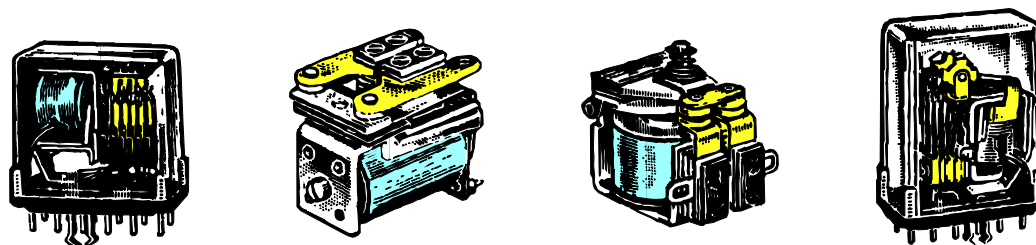



Fig.210 I relè possono assumere forme e dimensioni diverse. Alla bobina di ogni relè dovete applicare la tensione per la quale è stata calcolata, cioè 4 - 6 - 12 - 24 - 48 volt.

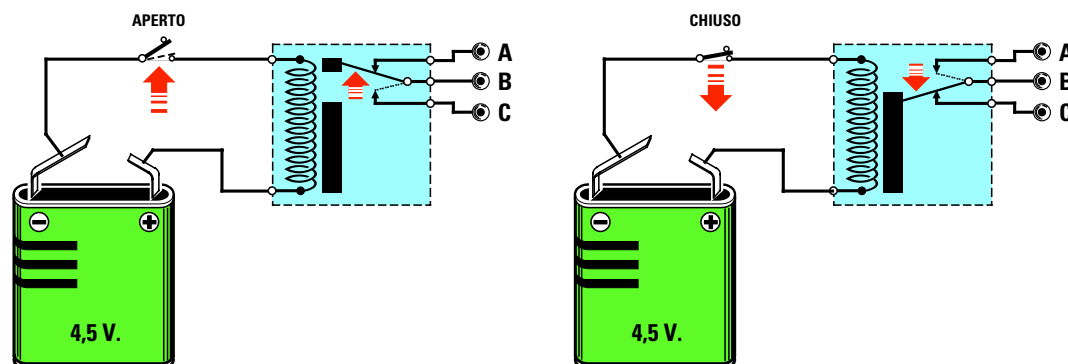



Fig.211 Se la bobina del relè non è alimentata risulteranno chiusi i contatti A - B, nell'istante in cui l'alimenterete si chiuderanno i contatti B - C e si apriranno A - B.

2 rocchetti già **avvolti** in modo da darvi la possibilità di fare con queste **elettrocalamite** degli esperimenti molto istruttivi.

Per il primo esperimento prendete i due **bulloni** di ferro che vi forniamo con il kit **LX.5005** ed infilateli all'interno di questi rocchetti senza fissarli con i loro **dadi** poi appoggiate i due rocchetti sopra un tavolo tenendoli distanziati di circa **1 cm** (vedi fig.215).
Collegate ai capi di queste due bobine una tensione **continua** di **12 volt**, che potrete prelevare dall'**alimentatore** siglato **LX.5004** che vi abbiamo fatto montare in questa lezione, e vedrete che si potranno verificare queste **due** sole condizioni:

– Le teste dei due bulloni si **respingono**.

Questa condizione si verifica quando i due lati affiancati delle bobine presentano la stessa **polarità**, cioè **Nord/Nord** o **Sud/Sud**.

– Le teste dei due bulloni si **attirano**.

Questa condizione si verifica quando i due lati affiancati delle bobine presentano una **opposta polarità**, cioè **Nord/Sud** o **Sud/Nord**.

Se notate che le teste dei due bulloni si **respingono** provate a rovesciare una **sola** delle due **bobine** e vedrete i due bulloni **attirarsi** con forza. Se volete separarli sarà sufficiente togliere la tensione di alimentazione.

Se prendete una **sola bobina** e sulla testa del **bullone** appoggiate la lama di un piccolo **cacciavite** lasciandola per qualche minuto, quando la toglierete la sua lama si sarà **calamitata**.

Se alimentate la bobina con una tensione di **6 volt**, la potenza di attrazione si **ridurrà**, se l'alimentate con una tensione di **15 volt** la sua potenza **aumenterà**.
Non preoccupatevi se la bobina si **riscalda** perché questa è una condizione che deve verificarsi.
Se notate che la bobina **scotta** tanto da non riuscire a toccarla più con le mani, sospendete i vostri esperimenti ed attendete che la bobina si **raffreddi**.

Non preoccupatevi nemmeno se dopo un po' di tempo notate che il **bullone** inserito all'interno del rocchetto si sarà **calamitato** perché anche questo essendo in **acciaio** si comporta come la lama del cacciavite.

Se anziché alimentare le due **bobine** con una **tensione continua** di **9 - 12 volt** le alimentate con una **tensione alternata** di **12 volt**, che potete pre-

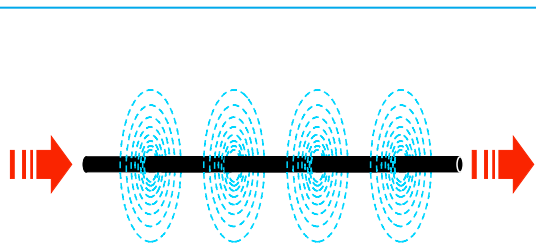



Fig.212 Facendo scorrere una tensione in un filo di rame attorno a questo si creano dei deboli flussi magnetici.

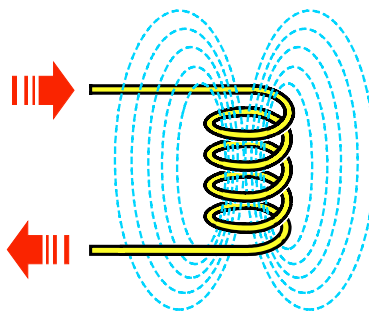



Fig.213 Per aumentare questo flusso magnetico è sufficiente avvolgere un certo numero di spire su un rocchetto.

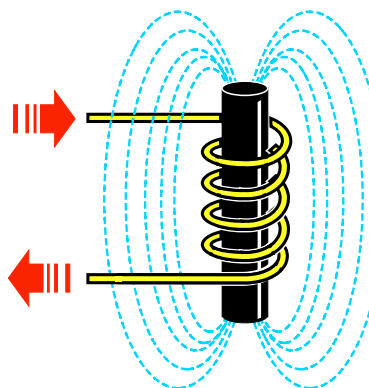



Fig.214 Il flusso magnetico aumenta ulteriormente se all'interno di questa bobina inseriamo un nucleo in ferro.

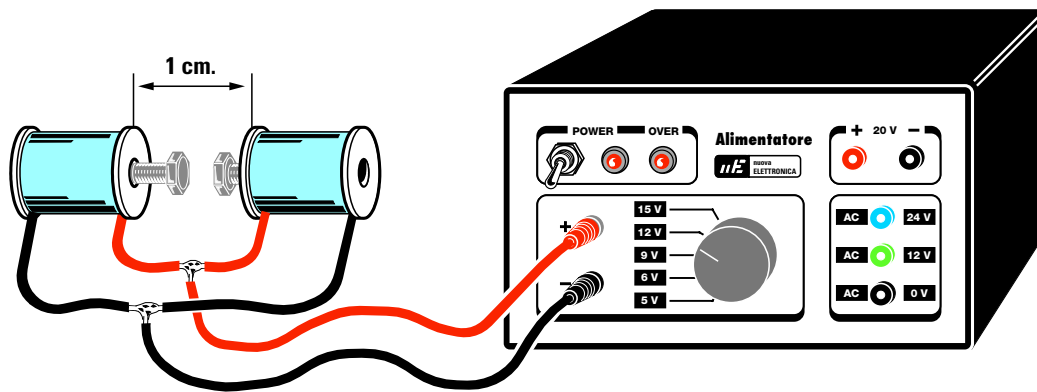



Fig.215 Alimentando le due bobine con una tensione "continua" di 12 volt vedrete le due teste dei bulloni poste all'interno delle bobine attirarsi con forza.

Fig.216 Le teste dei due bulloni si attirano solo se da un lato è presente una polarità opposta all'altra, cioè Nord - Sud o Sud - Nord.

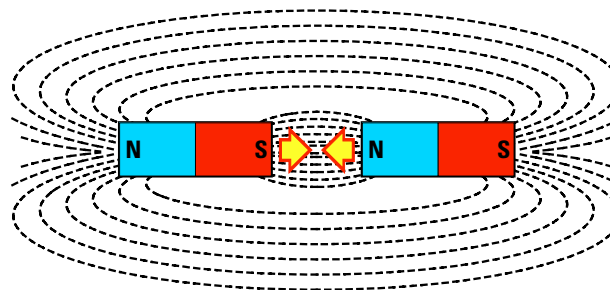



Fig.217 Le teste dei due bulloni si respingono se ai due lati è presente la stessa polarità, cioè Nord - Nord o Sud - Sud.

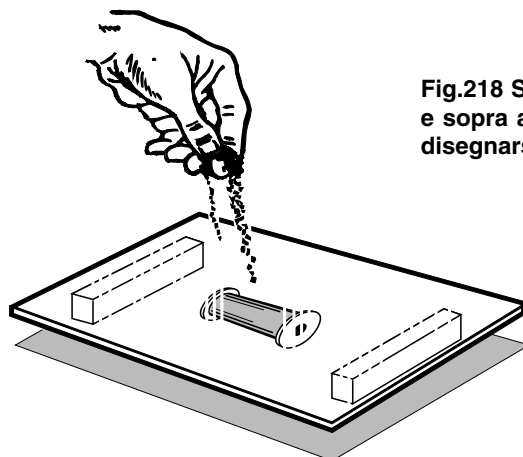
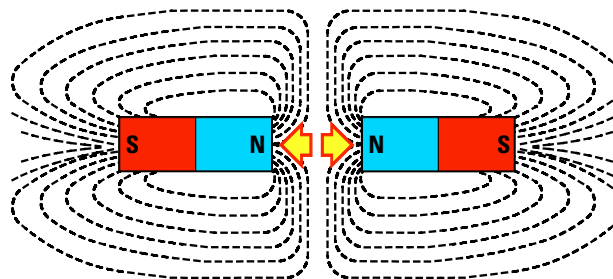



Fig.218 Se sotto un cartoncino mettete la nostra bobina e sopra a questo versate della limatura di ferro vedrete disegnarsi il flusso magnetico.

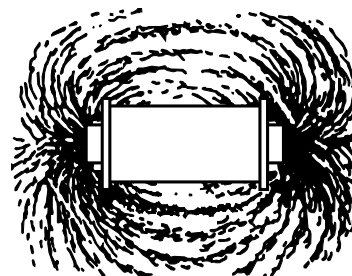
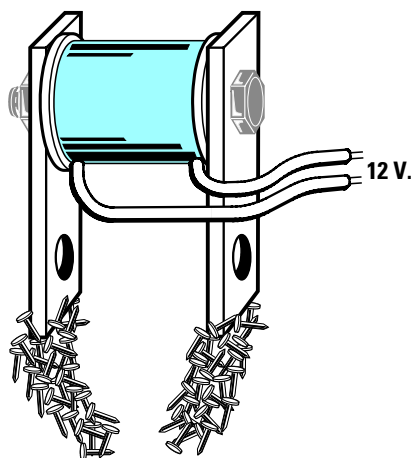



Fig.219 Se ai due lati della bobina fisserete le due barrette in ferro vedrete che le loro estremità attireranno dei piccoli corpi metallici come fa una calamita.

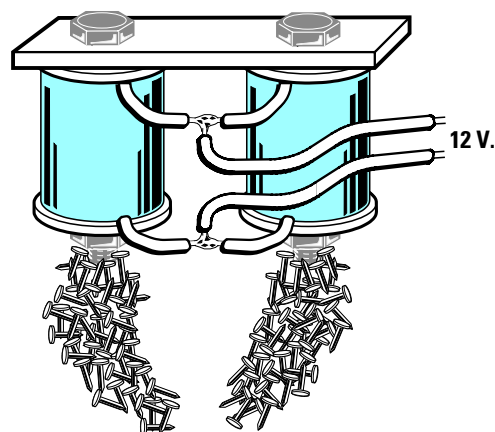



Fig.220 Se fissate su una sola barretta due bobine aumenterete la forza di attrazione. Se le loro estremità non attirano capovolgete una sola delle due bobine.

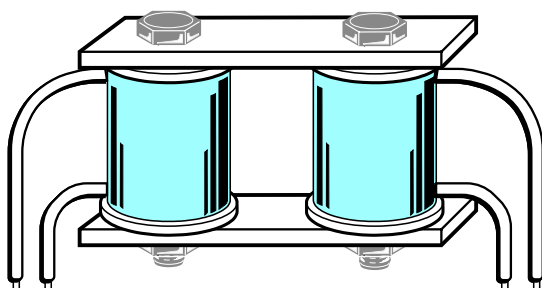



Fig.221 Dopo aver eseguito tutti gli esperimenti che vi abbiamo descritto prendete le due barrette in ferro e fissatele alle estremità delle due bobine come visibile in questo disegno perché ora vi proponiamo un altro interessante esperimento.

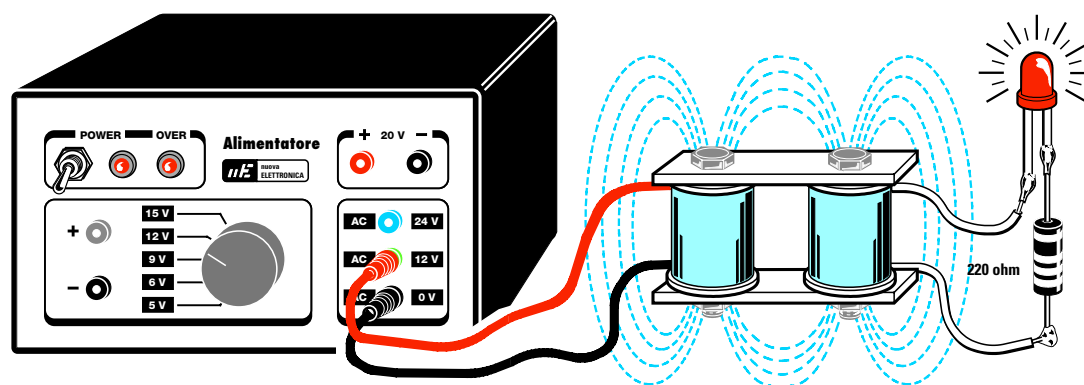



Fig.222. Sui fili di una bobina collegate una resistenza da 220 ohm ed un diodo led come visibile in disegno, poi collegate le estremità dell'opposta bobina sull'uscita dei 12 volt "alternati" dell'alimentatore LX.5004 e con vostra meraviglia vedrete il diodo led "accendersi".

Fig.223 Nel kit sperimentale siglato LX.5005 troverete due bobine già avvolte, due bulloni in ferro completi di dadi e due barrette forate per eseguire gli esperimenti descritti.

levare sempre dall'alimentatore **LX.5004**, sentirete i due bulloni **vibrare** ad una **frequenza** di **50 hertz**.

Un altro esperimento che potete eseguire è quello di prendere della **limatura di ferro** e versarla sopra un cartoncino.
Potrete procurarvi la **limatura** limando un pezzo di ferro o chiedendo ad un fabbro un poco della polvere che cade sotto la **mola smeriglia**.

Se sotto il cartoncino con la limatura mettete la nostra **elettrocalamita** alimentata con una tensione **continua** vedrete la **limatura** di ferro disegnare sul cartoncino il **flusso magnetico** generato dalla elettrocalamita (vedi fig.218).
Se provate a collocare sotto il cartoncino la stessa bobina ponendola in senso **verticale**, vedrete la **limatura** disegnare sempre il flusso magnetico, ma disponendosi in modo totalmente diverso dall'esperimento precedente.

Un altro interessante esperimento che potete eseguire è quello di fissare le due bobine sulle due **barrette** in ferro con i **dadi** ed i **bulloni** che troverete nel kit (vedi fig.221).

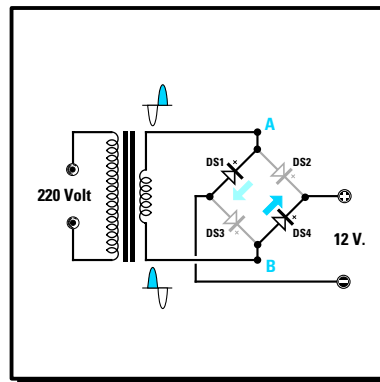
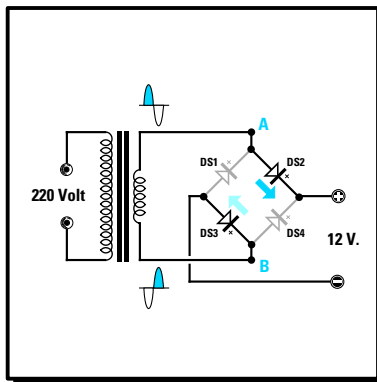
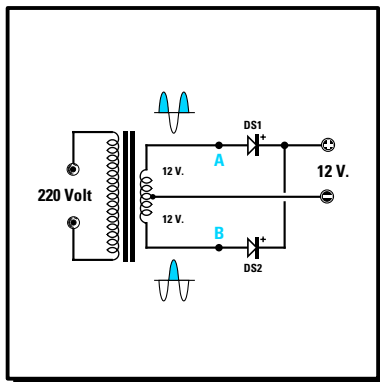
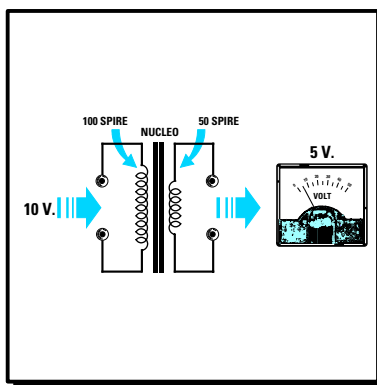
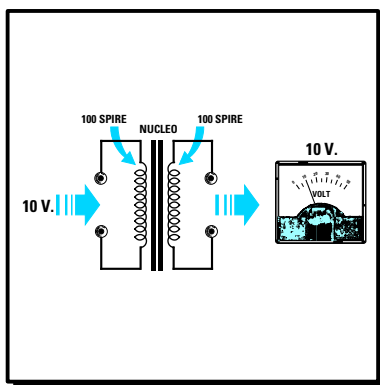
In **teoria** alimentando una **sola bobina** il suo campo magnetico dovrebbe **induttivamente** influenzare l'avvolgimento della **seconda bobina** quindi ai suoi capi dovrebbe uscire una tensione **identica** a quella applicata sulla **prima bobina**.
Invece questo si verifica solo se applicate sulla **prima bobina** una **tensione alternata**.

Per fare questo esperimento collegate ai capi della **seconda bobina** un **diodo led** con in **serie** una resistenza da **220 ohm**.

Se provate ad alimentare la **prima bobina** con una tensione **continua** otterrete un campo magnetico **istantaneo** che riuscirà ad influenzare la **seconda bobina** solo nel breve istante in cui **inserirete** o **toglierete** tensione, quindi il diodo led non si accenderà (vedi fig.222).
Se alimentate la **prima bobina** con una **tensione alternata** di **12 volt** otterrete un campo magnetico **alternato** e solo in queste condizioni sulla **seconda bobina** uscirà una tensione **alternata** che in teoria dovrebbe risultare anch'essa di **12 volt**.
In pratica otterrete una tensione **minore** perché il **nucleo in ferro** (**viti + barrette**) utilizzato per trasferire il **flusso magnetico** dalla **prima** alla **seconda** bobina ha **troppe perdite**.
Comunque la tensione che ottenete sulla **seconda bobina** è più che sufficiente per **accendere** il diodo led ad essa collegata (vedi fig.222).
Senza saperlo voi avete realizzato un piccolo **trasformatore** in grado di trasferire una tensione **alternata** dalla **prima** alla **seconda** bobina tramite un nucleo in ferro.
Con questo esperimento avete appurato che un **trasformatore** può funzionare solo con una **tensione alternata** e **non** con una **tensione continua** e questo vi aiuterà a capire più facilmente la **Lezione** in cui parleremo dei **trasformatori**, che vengono utilizzati in elettronica per ridurre la tensione di rete dei **220 volt** su valori di tensioni **alternate** di **30 - 25 - 12 - 9 volt** o su qualsiasi altro valore.

COSTO di REALIZZAZIONE

Il kit **LX.5005** composto da due bobine già avvolte, da due bulloni in ferro e da due barrette L.5.000

NOTA: Poiché è giusto che l'allievo sappia cosa costa ogni kit che vorrà realizzare, inseriremo sempre il suo **prezzo** d'acquisto. Se vi servono più **kit** fate un ordine cumulativo perché così ridurrete il costo delle **spese postali**.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Il **trasformatore** è un componente impiegato in tutte le apparecchiature elettroniche per **aumentare** o **ridurre** il valore di una qualsiasi **tensione alternata**.

Usando un trasformatore è infatti possibile **elevare** una tensione **alternata** di rete **220 volt** su valori di **400 - 500 - 1.000 volt** oppure **ridurla** su valori di **5 - 12 - 18 - 25 - 50 volt**.

Sebbene siano pochi coloro che costruiscono in casa i trasformatori, dal momento che in commercio è possibile reperirli con tutti i valori di tensione richiesti, abbiamo voluto ugualmente dedicare una Lezione a questi componenti perché per poterli usare è necessario prima conoscerli.

In questa **Lezione** imparerete quindi come si riesce a determinare la **potenza** in **watt** di un trasformatore ed anche quanti **amper** si possono prelevare dai suoi avvolgimenti secondari conoscendo il **diametro** del **filo** in rame utilizzato.

Poiché tutte le apparecchiature elettroniche vanno alimentate con una tensione **continua**, vi insegneremo come si possa trasformare una tensione **alternata** in una **continua** utilizzando dei **diodi** al **silicio** o dei **ponti raddrizzatori** ed anche a capire perché sull'uscita della tensione **alternata raddrizzata** è necessario applicare sempre un **condensatore elettrolitico** di elevata capacità.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Con l'ultimo esperimento che vi abbiamo proposto nelle pagine dedicate alle **elettrocalamite** (vedi Lezione **N.7**) abbiamo visto come sia possibile trasferire per **induzione** una **tensione alternata** da una bobina ad un'altra purché al loro interno venga inserito un **nucleo** in **ferro**.
Questa proprietà viene utilizzata in elettronica per realizzare i **trasformatori** di alimentazione.
L'avvolgimento su cui si applica la **tensione alternata** che **induce** viene chiamato **primario** e l'avvolgimento da cui si preleva la tensione **indotta** viene chiamato **secondario** (vedi fig.224).

La tensione **alternata** che possiamo prelevare dall'avvolgimento **secondario** risulta proporzionale al **numero** di **spire** avvolte.
Ne consegue che se sull'avvolgimento **primario** sono state avvolte **100 spire** e lo stesso numero di spire risultano avvolte sull'avvolgimento **secondario**, in teoria dovremmo prelevare sul secondo avvolgimento la **stessa tensione** che abbiamo applicato sul primo avvolgimento.
Quindi applicando una tensione alternata di **10 volt** sull'avvolgimento della **prima bobina**, dall'avvolgimento della **seconda bobina** dovremmo in teoria prelevare **10 volt** (vedi fig.225).

Se l'avvolgimento della **seconda bobina** avesse il **doppio** di spire, cioè **200**, dovremmo prelevare una tensione **doppia**, cioè **20 volt** (vedi fig.226).

Se l'avvolgimento della **seconda bobina** avesse **metà** spire, cioè **50**, dovremmo prelevare **metà** tensione, cioè **5 volt** (vedi fig.227).

Variando il **rapporto** delle **spire** tra l'avvolgimento **primario** e quello **secondario**, si riuscirà ad ottenere dall'avvolgimento **secondario** del trasformatore qualsiasi valore di tensione.

Ammesso di collegare ad un avvolgimento **primario** composto da **1.100 spire** una tensione di rete di **220 volt**, avremo un rapporto **spire/volt** pari a:

1.100 : 220 = 5 spire per volt

Perciò se sull'avvolgimento **secondario** volessimo prelevare una tensione di **12 volt** in teoria dovremmo avvolgere questo numero di spire:

5 x 12 = 60 spire

Se invece volessimo prelevare sul **secondario** una tensione di **35 volt** in teoria dovremmo avvolgere:

5 x 35 = 175 spire

Nella pratica per compensare le **perdite** di trasferimento tra gli avvolgimenti **primario** e **secondario**, il numero di **spire x volt** del **solo** avvolgimento **secondario** deve essere **moltiplicato** per **1,06**, quindi per ottenere una tensione di **12 volt** non dovremo più avvolgere **60 spire**, ma:

5 x 12 x 1,06 = 63,6 spire

Numero che possiamo tranquillamente arrotondare a **64 spire** perché quelle **0,4 spire** in più ci daranno **12,07 volt** anziché **12,00 volt** (vedi fig.228), cioè una differenza irrisoria.

Allo stesso modo per ottenere una tensione di **35 volt** non dovremo più avvolgere **175 spire**, ma:

5 x 35 x 1,06 = 185,5 spire

Numero che possiamo arrotondare a **185** oppure a **186**, perché **mezza spira** determina una differenza in più o in meno di soli **0,1 volt**.

Fig.224 In un trasformatore è sempre presente un avvolgimento PRIMARIO sul quale si applica la tensione che induce ed un avvolgimento SECONDARIO dal quale si preleva la tensione indotta.
La tensione alternata che preleviamo dall'avvolgimento secondario è sempre proporzionale al numero di spire avvolte.
Negli schemi elettrici i trasformatori vengono raffigurati come visibile nella fig.225.

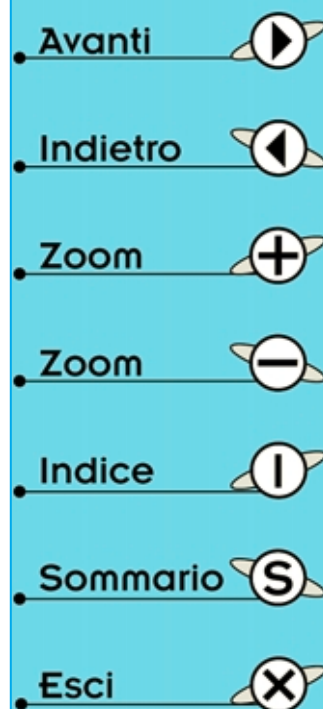
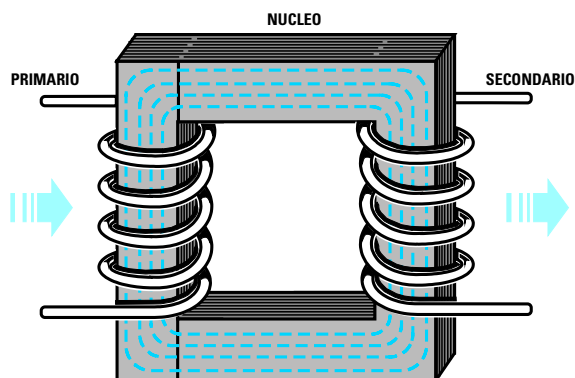
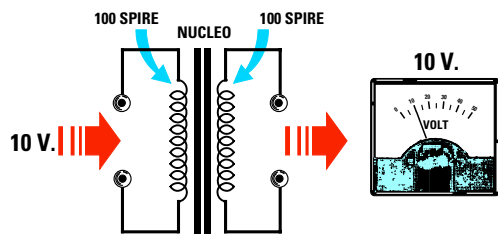
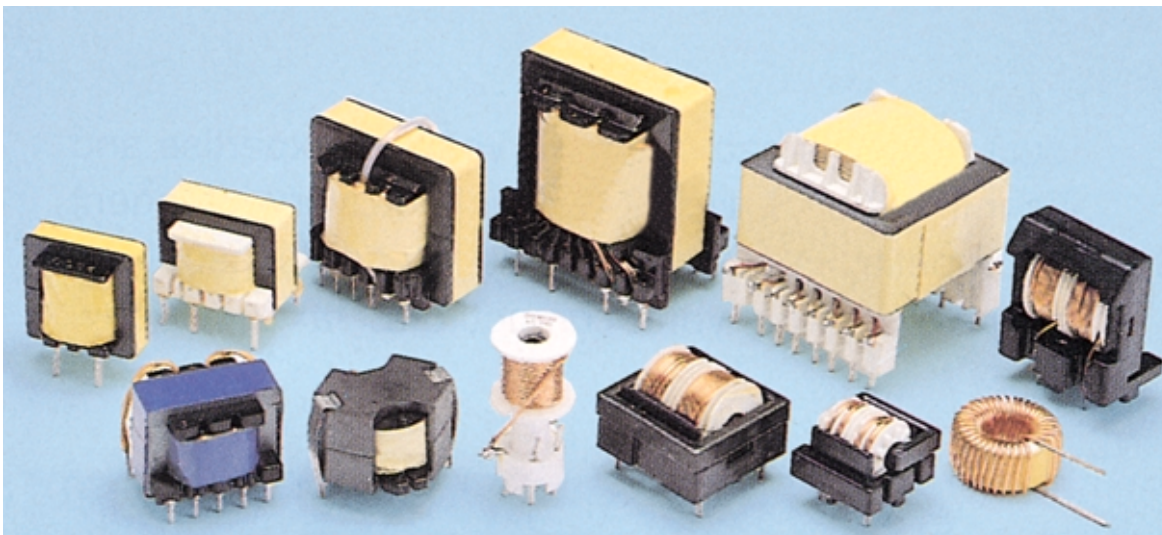



Fig.225 Se in un trasformatore provvisto di un “primario” composto da 100 spire applichiamo una tensione alternata di 10 volt, sul secondario composto anch’esso da 100 spire preleveremo 10 volt perché identico è il numero delle spire.

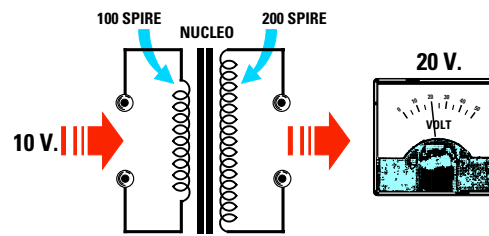



Fig.226 Se nello stesso trasformatore avvolgiamo un “secondario” da 200 spire, dovremmo in teoria prelevare una tensione doppia, cioè 20 volt alternati. In pratica otteniamo una tensione leggermente inferiore per le perdite di trasferimento.

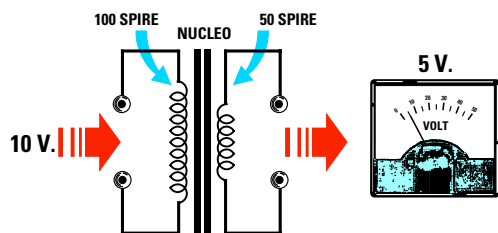



Fig.227 Se nello stesso trasformatore avvolgiamo un “secondario” da 50 spire, preleveremo metà tensione, cioè 5 volt alternati. Infatti se sul primario da 100 spire applichiamo 10 volt, dal secondario che ha “metà” spire preleviamo 5 volt.

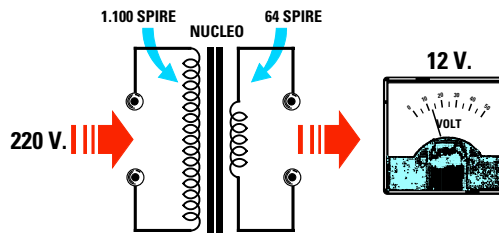



Fig.228 Se sul primario di un trasformatore che ha un avvolgimento di 1.100 spire applichiamo una tensione alternata di 220 volt, sul suo secondario, che è composto da 64 spire, preleveremo una tensione alternata di soli 12 volt.

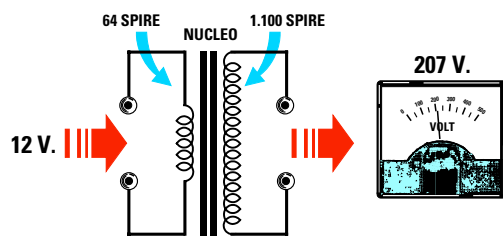



Fig.229 Se sull'avvolgimento secondario dei 12 volt del trasformatore riportato in fig.228 applichiamo una tensione alternata di 12 volt, sull'avvolgimento primario preleveremo una tensione di 207 volt.

**Fig.230 In un trasformatore possono essere presenti più secondari in grado di fornire tensioni e correnti diverse.
Sommando i watt forniti da ogni secondario si ottiene la potenza totale del trasformatore.**

Nota: misurando la tensione di un **secondario** a **vuoto**, cioè **senza** collegarlo ad un circuito che assorbe **corrente**, si rileverà una tensione leggermente **maggiore** rispetto a quanto abbiamo calcolato. Non appena a questo avvolgimento verrà collegato un circuito che assorbe **corrente**, la tensione scenderà sul valore richiesto.

I **trasformatori** vengono normalmente utilizzati per **abbassare** la tensione di rete dei **220 volt** su valori di **9 - 12 - 18 - 24 - 35 volt** così da poter alimentare **transistor**, **integrati**, **relè**, **display** ecc.

A volte un trasformatore può essere usato per ottenere la condizione **inversa**, cioè per prelevare dal **secondario** una tensione **maggiore** rispetto a quella applicata sul **primario**.
Ovviamente anche in questo caso bisogna tenere conto delle **perdite** di tensione di trasferimento.
Ad esempio, se prendiamo un trasformatore provvisto di un **primario** idoneo per una tensione di rete dei **220 volt** in grado di fornire sul suo **secondario** una tensione di **12 volt** ed applichiamo sul **secondario** una **tensione alternata** di **12 volt**, sull'avvolgimento **primario** dovremmo in teoria prelevare **220 volt** (vedi fig.229).
In pratica questo non avviene a causa delle **perdite** di trasferimento, quindi la tensione che preleveremo sarà all'incirca di soli:

220 : 1,06 = 207 volt

Un **trasformatore** può avere anche più di un **secondario** in grado di erogare tensioni **diverse** in modo da poter soddisfare tutte le esigenze richieste dal circuito. In commercio possiamo dunque reperire dei trasformatori provvisti di un **primario** a **220 volt** e di più **secondari** in grado di erogare **12 volt - 20 volt - 50 volt ecc.** (vedi fig.230).

L'avvolgimento **primario** di un trasformatore **riduttore** di tensione si riconosce dai suoi **secondari** per il fatto che:

– Il **primario** ha **molte** spire di filo **sottile** e quindi un'**elevata** resistenza ohmica.

– I **secondari** hanno **poche** spire di filo **grosso** e quindi una **bassa** resistenza ohmica.

DIMENSIONI e POTENZA

Le **dimensioni** dei trasformatori variano al variare della loro **potenza**.

I trasformatori di dimensioni molto **ridotte** erogano **pochi volt/amper**.

I trasformatori di dimensioni **maggiori** erogano **molti volt/amper**.

In funzione della **corrente** e della **tensione** che possiamo prelevare dai suoi **secondari**, è possibile determinare la potenza in **watt**.

Ammesso di avere un trasformatore provvisto di **due secondari**, uno in grado di erogare **12 volt 1,3 amper** e l'altro **18 volt 0,5 amper**, per conoscere la sua **potenza** è sufficiente moltiplicare i **volt** per gli **amper**:

12 x 1,3 = 15,6 watt
18 x 0,5 = 9 watt

poi sommare la **potenza** erogata dai due avvolgimenti:

15,6 + 9 = 24,6 watt totali

Da un trasformatore che eroga le stesse **tensioni** del precedente, ma una corrente maggiore, ad e-

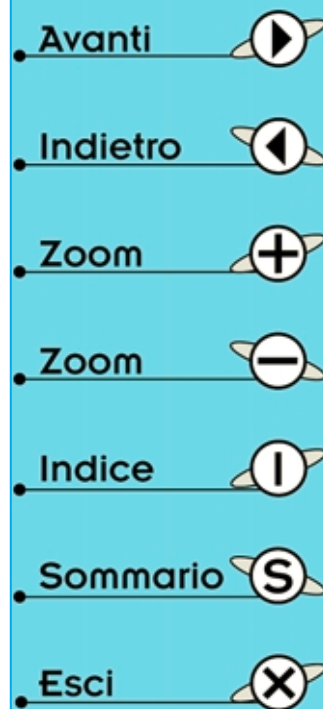
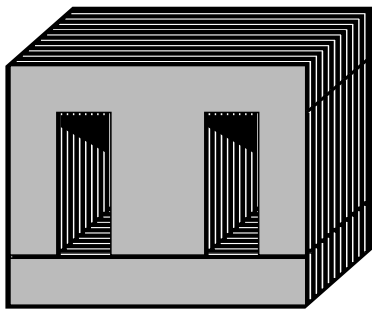



Fig.231 Il tipo di lamierino al silicio più utilizzato è quello formato da una E ed una I. Questi lamierini vanno inseriti all'interno del cartoccio (sul quale sono avvolti gli avvolgimenti primario e secondari) uno opposti all'altro, cioè E - I, poi I - E ecc. Inserendo tutte le E da un lato e tutte le I dal lato opposto si riduce il rendimento del trasformatore.

Fig.232 I lamierini a C, forniti già sagomati e pressati come visibile in figura, ci permettono di ottenere dei rendimenti che possono raggiungere l'88%. Quando si introducono questi blocchi nel cartoccio si devono sempre rivolgere i loro "punti colorati" uno contro l'altro, perché le loro superfici sono fresate in coppia per ridurre al minimo il traferro.

sempio **12 volt 3,5 amper** e **18 volt 1,5 amper**, moltiplicando i **volt** per gli **amper** otterremo:

12 x 3,5 = 42 watt
18 x 1,5 = 27 watt

Sommando le potenze dei due avvolgimenti avremo una potenza in **watt**:

42 + 27 = 69 watt totali

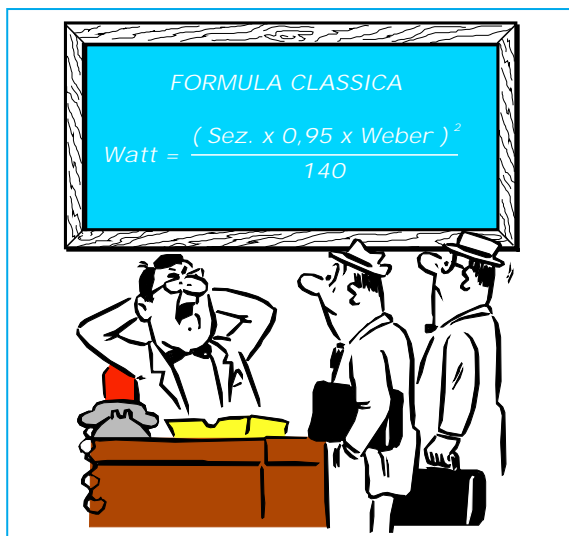
Se abbiamo un avvolgimento calcolato per erogare un massimo di **3,5 amper**, potremo prelevare anche correnti **minori**, ad esempio **0,1 - 0,5 - 2 - 3 amper**, ma non potremo mai **superare** i **3,5 amper** altrimenti il trasformatore si **surriscalderà** e di conseguenza si **danneggerà**.

Il NUCLEO di un TRASFORMATORE

Il nucleo di un trasformatore non è mai costituito da un **blocco** di **ferro compatto** o da un **bullone**, come quello che vi abbiamo fatto inserire nelle elettrocalamite della **Lezione N.7**, perché quando un **nucleo compatto** è sottoposto ad un campo **magnetico alternato** si surriscalda per le **correnti parassite** che scorrono al suo interno.

Per neutralizzare queste **correnti**, che riducono notevolmente il **rendimento** del trasformatore, il **nucleo** si ottiene sovrapponendo dei **sottilissimi lamierini** di ferro al **silicio** separati da entrambi i lati con un **ossido**, in modo che risultino perfettamente **isolati** tra loro (vedi fig.231).

LA REALE potenza in WATT

La **reale** potenza in **watt** di un trasformatore non si calcola sommando i **watt** erogati da ogni **secondario**, ma calcolando le **dimensioni** del **nucleo** che si trova all'interno del **cartoccio** contenente gli avvolgimenti (vedi figg.233-234).
Per calcolare la **potenza reale** viene normalmente utilizzata questa formula:

Sez. è la sezione in **millimetri quadrati** del nucleo dei lamierini,
0,95 è un coefficiente utilizzato per ricavare la sezione **netta** del nucleo,
Weber è la permeabilità in **Weber** che possiamo prelevare dalla **Tabella N.16**,
140 è un numero **fisso**.

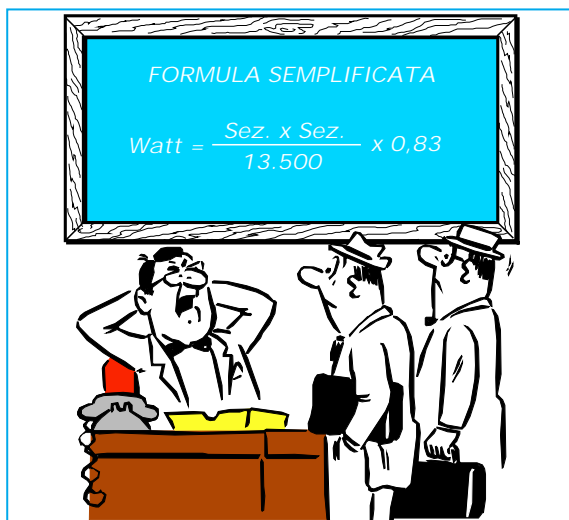
Poiché raramente si conosce il valore **Weber** dei lamierini utilizzati, molti preferiscono usare questa formula **semplificata**:

Sez. è la sezione in **millimetri quadrati** del nucleo dei lamierini,
13.500 è un numero **fisso**,
0,83 è il **rendimento %** tra un lamierino di **qualità media** ed uno di **qualità superiore** il cui valore si può prelevare dalla **Tabella N.16**.

TABELLA N.16

Tipo lamierino	rendimento	Weber
Silicio tipo standard	0,80%	1,10
Silicio qualità media	0,82%	1,15
Sllicio qualità superiore	0,84%	1,20
Silicio granuli orientati	0,86%	1,25
Silicio con nucleo a C	0,88%	1,30

Per ricavare la **sezione** del **nucleo**, che corrisponde in pratica all'**area** del foro del cartoccio, si misura la sua **larghezza** e la sua **altezza** (vedi fig.233).
Facciamo presente che la **lunghezza** del lamierino **non influisce** sulla **potenza** del trasformatore.

Esempio: disponiamo di un trasformatore il cui **nucleo** ha queste dimensioni:

L = 22 millimetri
H = 38 millimetri

e con questi dati vorremmo sapere la sua **potenza** in **watt** anche se non conosciamo le caratteristiche dei **lamierini** utilizzati.

Soluzione: come prima operazione calcoliamo l'**area** di questo nucleo moltiplicando **L x H**:

22 x 38 = 836 millimetri quadrati

Poiché vogliamo usare la formula semplificata (vedi la figura in basso a sinistra) eleviamo al **quadrato** il risultato ottenuto sopra:

836 x 836 = 698.896

Poi **dividiamo** il numero ottenuto per il numero **fisso 13.500**.

698.896 : 13.500 = 51,77 watt

ed infine moltiplichiamo i **watt** per il **rendimento** di **0,83** ottenendo così:

51,77 x 0,83 = 42,96 watt reali

Non conoscendo le caratteristiche dei **lamierini** dobbiamo tenere presente che la potenza in **watt**

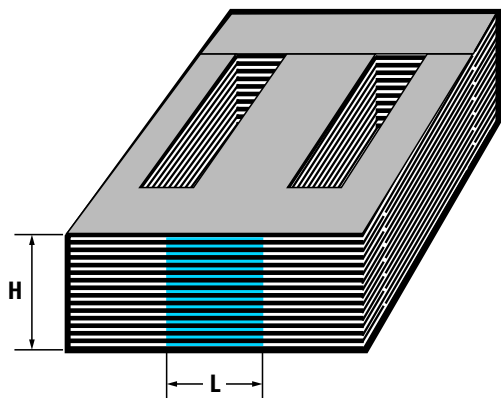



Fig.233 Per conoscere la potenza in watt di un trasformatore dobbiamo calcolare la sezione del nucleo moltiplicando l'altezza H del lamierino per la larghezza L.

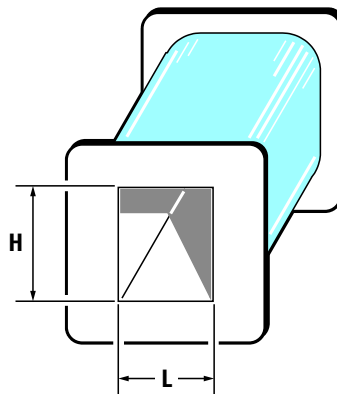



Fig.234 La sezione del nucleo si ricava anche misurando la "finestra" del cartoccio. Conoscendo i mm quadrati possiamo calcolare la potenza del trasformatore.

potrebbe risultare di:

51,77 x 0,80 = 41,4 watt

se il lamierini fossero di tipo **standard**, oppure di:

51,77 x 0,86 = 44,5 watt

se il lamierino fosse di tipo a **granuli orientati**, mentre se il trasformatore avesse dei lamierini del tipo a **C** (vedi fig.232) la potenza salirebbe sui:

51,77 x 0,88 = 45,5 watt

Pertanto un trasformatore provvisto di un **nucleo** delle dimensioni di **836 mm quadrati** non avrà mai una potenza minore di **41 watt**.
Se fosse costruito con lamierini a **C** la sua potenza potrebbe arrivare sui **45 - 46 watt** circa.

SPIRE VOLT del PRIMARIO

Il numero delle **spire per volt** dell'avvolgimento **primario** è proporzionale alla **potenza** in **watt** del suo **nucleo**.
La **formula** da utilizzare per sapere quante **spire per volt** dobbiamo avvolgere sul primario è visibile in fondo a questa pagina.

La **Sn** riportata in questa formula si ottiene moltiplicando la **sezione lorda** del **nucleo** per **0,95**.
Hz è la **frequenza** di lavoro che per tutti i trasformatori collegati alla tensione di rete dei **220 volt** è sempre di **50 Hz**.
I **Weber**, come potete vedere nella **Tabella N.16**, possono variare da **1,1** a **1,3**.
Nel caso non si conoscano le caratteristiche dei lamierini si può usare il valore di **1,15**, che corrisponde al tipo di lamierino più comunemente utilizzato.

0,0444 è un numero **fisso**,
Hz è la **frequenza** di lavoro,
Sn è l'area **netta** del nucleo in **mm quadrati**,
Weber è il valore riportato nella **Tabella N.16**.

Poiché i trasformatori vengono quasi sempre usati per ridurre la tensione di rete dei **220 volt** a **50 Hz**, per il calcolo delle **spire x volt** potremo usare le seguenti **formule**:

Nota: il valore **Sn** si ottiene moltiplicando la **sezione lorda** del **nucleo** per **0,95**.

Esempio: abbiamo un trasformatore che ha una **L** di **22 mm** ed una **H** di **40 mm**. Vogliamo conoscere la sua potenza in **watt**, sapere quante **spire** dobbiamo avvolgere sul **primario** per poterlo collegare alla tensione di rete dei **220 volt** ed anche quante spire dobbiamo avvolgere sul **secondario** per ottenere una tensione di **18 volt**.

Soluzione: per conoscere la potenza in **watt** usiamo la formula **semplificata**:

watt = [(Sez. x Sez.) : 13.500] x 0,83

Quindi come prima operazione calcoliamo la **Sez.**, cioè l'**area** del **nucleo**:

22 x 40 = 880 millimetri quadrati

Poi eleviamo questo numero al **quadrato**:

880 x 880 = 774.400

quindi lo dividiamo per **13.500** e lo moltiplichiamo per il rendimento di **0,83**.

(774.400 : 13.500) x 0,83 = 47,6 watt

Per conoscere le **spire x volt** da avvolgere sul **primario** usiamo la formula:

Spire/V = 10.000 : (0,0444 x Hz x Sn x Weber)

Come prima operazione dobbiamo prendere l'**aerea lorda** del nucleo che è di **880 mm quadrati** e moltiplicarla per **0,95**. In questo modo otteniamo il valore **Sn**, cioè la sezione **netta**:

880 x 0,95 = 836 Sezione netta

Per calcolare le **spire x volt** utilizziamo la formula riportata nella pagina precedente e poiché non conosciamo le **caratteristiche** dei lamierini come valore **Weber** consideriamo **1,15**:

0,0444 x 50 x 836 x 1,15 = 2.134

Ora dividiamo **10.000** per questo numero:

10.000 : 2.134 = 4,686 spire per volt

Quindi per realizzare un avvolgimento **primario** che accetti i **220 volt** della rete dovremo avvolgere questo numero di **spire**:

4,686 x 220 = 1.030 spire

A questo punto vorremmo verificare se con la **formula semplificata** riportata in questa pagina, cioè:

Silicio qualità media   Spire volt = 3.910 : Sn

si ottiene lo stesso **numero** di spire:

3.910 : 836 = 4,677 spire per volt
4,66 x 220 = 1.028,9 spire

Tenete presente che una differenza di **1 spira** su un totale di oltre **1.000 spire** è un valore **irrisorio**.

Per conoscere quante **spire** dovremo avvolgere sul **secondario** per ottenere i **18 volt** dobbiamo eseguire questa moltiplicazione:

4,677 x 18 x 1,06 = 89,2 spire

Numero che arrotondiamo a **89**.
Come già detto il numero **1,06** serve per compensare le **perdite** di trasferimento.

Esempio: sapendo che il nostro trasformatore ha una potenza di **47,6 watt** vorremmo conoscere quanti **amper** possiamo prelevare sul **secondario** che eroga **18 volt**.

Soluzione: per ricavare questo dato dobbiamo solo **dividere** i **watt** per i **volt**:

47,6 : 18 = 2,6 amper

SE il LAMIERINO fosse MIGLIORE?

Nei nostri esempi abbiamo supposto che il lamierino con una sezione **netta** di **836 mm quadrati** fosse di **qualità media**, ma supponendo che fosse di **qualità standard** o a **granuli orientati** cosa accadrebbe?
Rifacendoci alle **formule semplificate** riportate a sinistra, possiamo calcolare le **spire x volt** per ogni tipo di lamierino:

Tipo standard	**= 4.100 : 836 = 4,904 spire volt**
Tipo medio	**= 3.910 : 836 = 4,677 spire volt**
Tipo super	**= 3.750 : 836 = 4,485 spire volt**
Tipo granuli	**= 3.600 : 836 = 4,306 spire volt**
nucleo a C	**= 3.470 : 836 = 4,150 spire volt**

Quindi per i **220 volt** avremmo queste differenze:

4,904 x 220 = 1.078 spire totali
4,677 x 220 = 1.029 spire totali
4,485 x 220 = 986 spire totali
4,306 x 220 = 947 spire totali
4,150 x 220 = 913 spire totali

Se il lamierino fosse di **tipo standard**, invece che di tipo **medio** come supposto, avremmo avvolto **49 spire** in **meno** ed in questo caso l'unico inconveniente che potremmo avere è quello di un **aumento** oltre il normale della **temperatura** del **nucleo**.

Se il lamierino fosse di **tipo** a **granuli orientati**, invece che di tipo **medio** come supposto, avremmo avvolto **82 spire** in **più** ed in questo caso avremmo un trasformatore che **non riscalda** anche dopo molte ore di funzionamento.

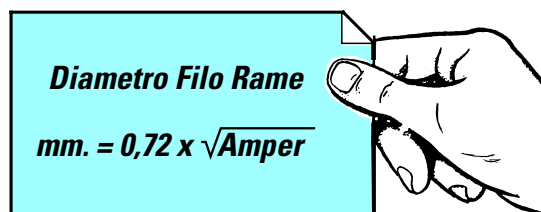
Vogliamo far presente che la **temperatura** di un trasformatore viene considerata **normale** se dopo **1 ora** di funzionamento raggiunge i **40 - 45 gradi**.

DIAMETRO del FILO per gli AVVOLGIMENTI

Il **diametro** del filo da usare per l'avvolgimento **primario** da collegare alla tensione di rete dei **220 volt** va calcolato in funzione della **potenza** in **watt** del **nucleo**.

Conoscendo la **potenza** in **watt** dobbiamo per prima cosa calcolare gli **amper massimi** che devono scorrere nel filo usando la formula:

amper = watt : 220 volt

Dopodiché possiamo calcolare il **diametro** in **millimetri** del filo di rame usando la formula:

Nota: se sul rocchetto non c'è **spazio** sufficiente per tutte le spire, anziché usare il numero fisso **0,72** potete usare anche **0,68** o **0,65**.

Esempio: abbiamo due trasformatori, uno da **30 watt** ed uno da **100 watt**, e vogliamo sapere quale **diametro** di filo utilizzare per l'avvolgimento **primario** dei **220 volt**.

Soluzione: per conoscere il **diametro** del filo per l'avvolgimento del trasformatore da **35 watt** calcoliamo innanzitutto gli **amper massimi** che il **primario** deve assorbire per erogare questa **potenza**:

30 : 220 = 0,136 amper

Dopodiché possiamo calcolare i **diametro** del filo:

0,72 x $\sqrt{0,136}$ = 0,26 millimetri

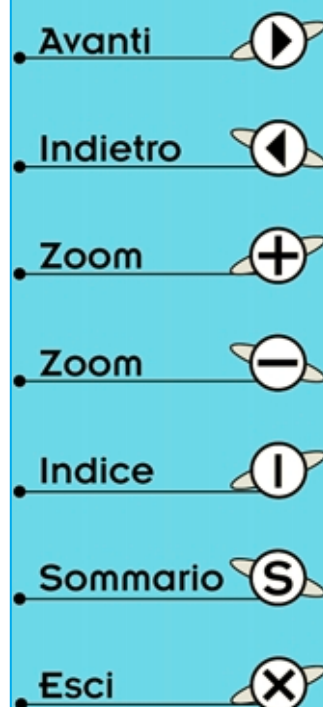
Per conoscere quale filo usare per l'avvolgimento del trasformatore da **100 watt**, calcoliamo subito quanti **amper massimi** dovrà assorbire il primario:

100 : 220 = 0,454 amper

Dopodiché calcoliamo il **diametro** del filo:

0,72 x $\sqrt{0,454}$ = 0,48 millimetri

Come avrete notato, più **aumenta** la potenza in **watt** del trasformatore più grosso deve essere il diametro del filo utilizzato.

Anche il **diametro** del filo da usare per l'avvolgimento **secondario** va calcolato in funzione degli **amper** che desideriamo ottenere.

Se abbiamo un trasformatore da **30 watt** e su questo vogliamo avvolgere un **secondario** che fornisca una tensione di **12 volt**, possiamo conoscere la **corrente massima** che si può prelevare da questo secondario con la formula:

watt : volt = amper
30 : 12 = 2,5 amper

Se utilizziamo un trasformatore da **100 watt** potremo prelevare una **corrente massima** di:

watt : volt = amper
100 : 12 = 8,33 amper

Conoscendo gli **amper** possiamo calcolare il diametro del filo da utilizzare con la formula che abbiamo riportato nella pagina precedente:

$0,72 \times \sqrt{2,5}$ = 1,1 mm per i **30 watt**
$0,72 \times \sqrt{8,33}$ = 2 mm per i **100 watt**

SECONDARI in SERIE o in PARALLELO

E' possibile collegare in **serie** due **secondari** di un trasformatore per **aumentare** la **tensione** oppure collegarli in **parallelo** per **aumentare** la **corrente**.

Collegando in **serie** due avvolgimenti che erogano **12 volt 1 amper** (vedi fig.235) ai due estremi preleviamo **12+12 = 24 volt 1 amper**.

Se questi due avvolgimenti da **12 volt 1 amper** venissero collegati in **parallelo** otterremmo una tensione di **12 volt 2 amper**.

Quando si collegano in **parallelo** due avvolgimenti è assolutamente necessario che entrambi eroghino la **stessa tensione**, diversamente l'avvolgimento che eroga una tensione **maggiore** si scaricherà sull'avvolgimento che eroga una tensione **minore** danneggiando il trasformatore.

Quando si collegano in **serie** due avvolgimenti è necessario controllare che le due tensioni di **alternata** risultino in **fase**, diversamente le tensioni invece di **sommarsi** si annulleranno ed in uscita otterremo **0 volt** (vedi fig.236).

In pratica si verifica la stessa condizione che si aveva collegando in **serie** due pile senza rispettare la polarità **positiva** e **negativa** dei due terminali (vedi **Lezione N.1 fig.40**).

Per mettere in **fase** due avvolgimenti posti in **serie** il procedimento più semplice è quello di misurare con un **voltmetro** se sui due fili opposti esce una tensione **maggiore** oppure **nessuna** tensione. Se non rileviamo nessuna tensione sarà sufficiente **invertire** i fili di uno dei due avvolgimenti.

Come per la **pile**, noi possiamo collegare in **serie** anche due **diverse** tensioni, ad esempio **12 volt** e **18 volt**, ottenendo in uscita una tensione pari alla loro somma, nel nostro caso **12+18 = 30 volt**.

Collegando in **serie** due avvolgimenti avremo disponibile in uscita una **corrente** pari a quella fornita dall'avvolgimento che eroga **minore corrente**.

Quindi collegando in **serie** due avvolgimenti da **12 volt 1 amper** otterremo una tensione di **24 volt 1 amper**.

Collegando in **serie** due avvolgimenti uno da **12 volt 1 amper** ed uno da **12 volt 0,5 amper** otterremo una tensione di **24 volt**, ma la **massima** corrente di cui potremo disporre non potrà superare i **0,5 amper**.

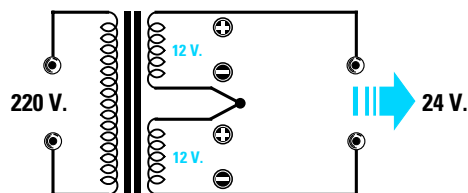



Fig.235 Collegando in serie due avvolgimenti che erogano 12 volt otteniamo in uscita una tensione pari alla somma dei due avvolgimenti, cioè 24 volt.

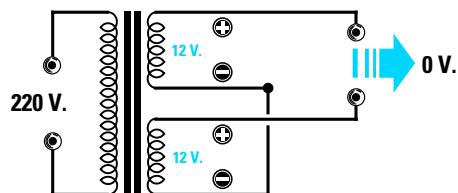
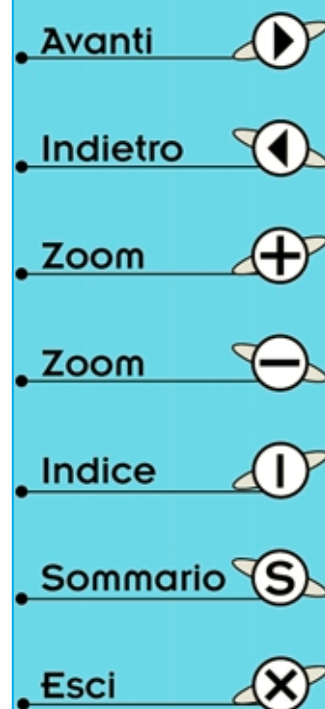
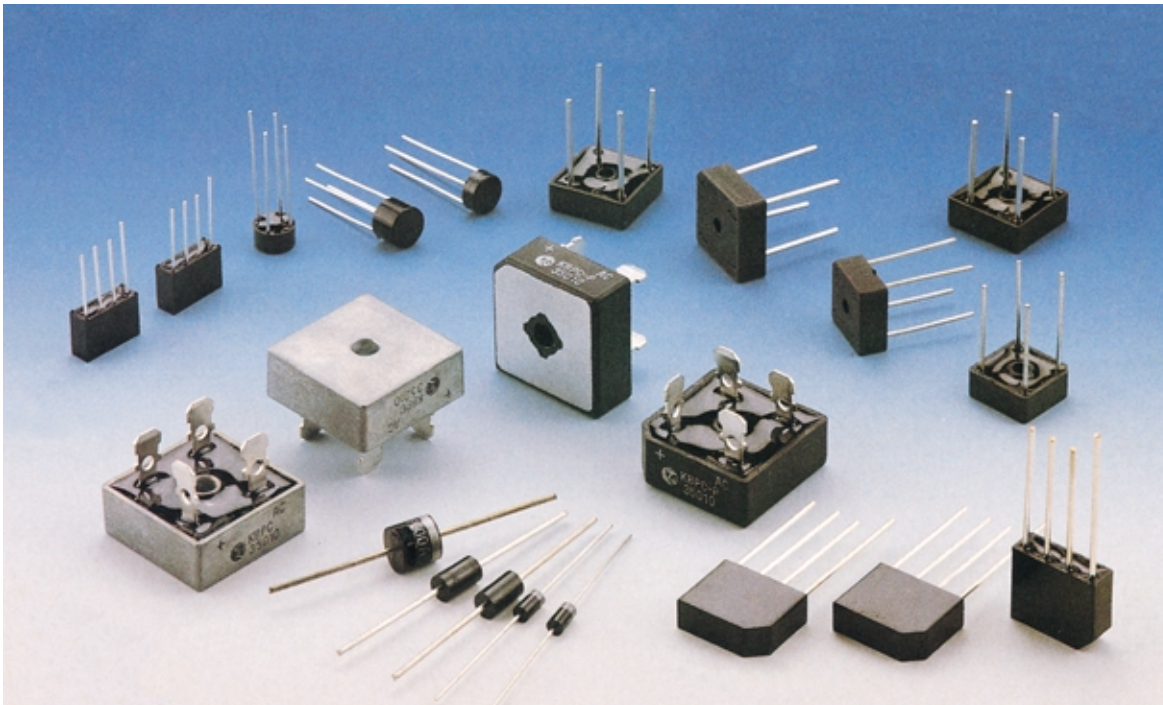



Fig.236 Se non rispettiamo le "fasi" dei due avvolgimenti, in uscita otteniamo 0 volt. Per rimetterli in fase basta invertire i capi di un solo avvolgimento.

RENDERE CONTINUA una TENSIONE ALTERNATA

Le tensione **alternata** che si preleva dal **secondario** di un trasformatore non potrà mai essere utilizzata per alimentare i **transistor** o gli **integrati** di una apparecchiatura elettronica, perché questi componenti richiedono una **tensione continua** identica a quella fornita da una **pila**.
Per rendere **continua** una qualsiasi **tensione alternata** è allora necessario utilizzare i **diodi raddrizzatori**.

UN DIODO per RADDRIZZARE una SEMIONDA

Un **diodo** collegato in serie ad un avvolgimento **secondario** come visibile in fig.237 (notare la fascia **bianca** posta su una sola estremità del corpo) lascia passare le sole **semionde positive** della tensione **alternata**.
Se rivolgiamo la **fascia bianca** verso il **secondario** del trasformatore, il diodo lascia passare le sole **semionde negative** della tensione alternata (vedi fig.238).
La **tensione raddrizzata** che preleviamo sull'uscita di questi **diodi** non è perfettamente **continua**, ma **pulsante**, vale a dire che la **semionda positiva** partendo da un valore **minimo** di **0 volt** sale verso il **massimo positivo** dei **12 volt** per poi ridiscende verso i **0 volt**.
Nel lasso di tempo occupato dalla **semionda negativa** la tensione in uscita rimane a **0 volt**.

Questa tensione **pulsante** non è utilizzabile perché durante il tempo in cui la tensione alternata passa sulla **semionda negativa** viene a mancare l'alimentazione all'apparecchiatura.
Per eliminare questo inconveniente si applica sull'uscita del **diodo** un **condensatore elettrolitico** di elevata capacità, ad esempio da **1.000 - 2.000 microfarad** (vedi fig.242).
Nel tempo in cui dall'uscita del **diodo** esce la **semionda positiva** questa viene utilizzata per alimentare i transistor o gli integrati presenti nel circuito elettronico ed anche per **caricare** il **condensatore elettrolitico**.
Nel tempo in cui dall'uscita del **diodo** non si ha alcuna tensione perché è presente la **semionda negativa**, è il **condensatore elettrolitico** a restituire la **tensione** che ha **immagazzinato**, quindi i transistor e gli integrati sono alimentati dalla tensione fornita dal **condensatore** e non dal **diodo**.

Poiché nel tempo che intercorre tra una **semionda positiva** e la **successiva** il **condensatore elettrolitico** tende leggermente a scaricarsi, in uscita non si ha una **stabile** tensione **continua** di **12 volt**, ma una tensione **ondulata** (vedi fig.242).

Per evitare che il **condensatore elettrolitico** non riesca a fornire l'intera tensione richiesta nel tempo in cui esce la **semionda negativa**, si **raddrizzano** entrambe le semionde utilizzando un trasformatore con un **doppio** avvolgimento.

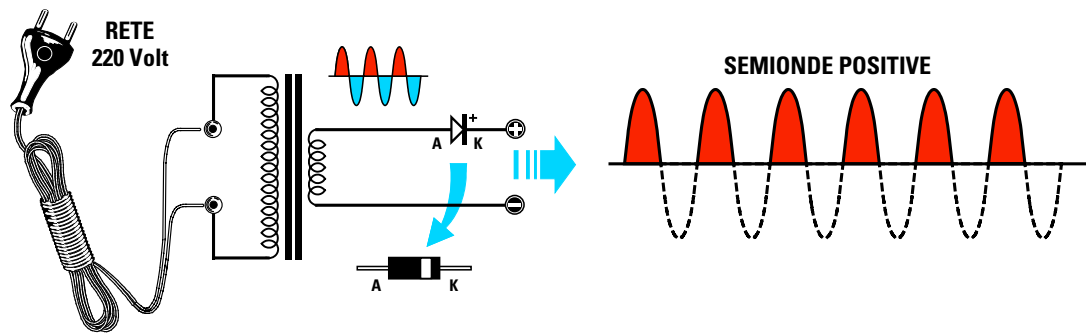



Fig.237 Se sull'avvolgimento secondario di un trasformatore colleghiamo un diodo raddrizzatore con il Catodo rivolto verso l'uscita, da questo terminale preleveremo le sole semionde Positive e dall'opposto terminale dell'avvolgimento le sole semionde Negative. Questa tensione raddrizzata non si può usare per alimentare i circuiti perché è pulsante. Per renderla continua dovremo livellarla con un condensatore elettrolitico.

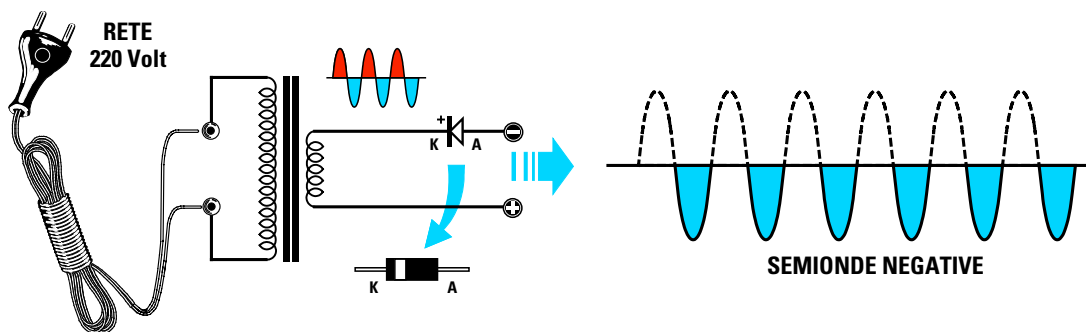



Fig.238 Se sull'avvolgimento secondario di un trasformatore di alimentazione colleghiamo un diodo raddrizzatore con l'Anodo rivolto verso l'uscita, da questo terminale preleveremo le sole semionde Negative e dall'opposto terminale dell'avvolgimento le sole semionde Positive. Per rendere perfettamente continua una tensione pulsante dobbiamo collegare sull'uscita un condensatore elettrolitico (vedi fig.242).

Se agli estremi degli avvolgimenti **A - B** di un trasformatore provvisto di un **secondario** da **12+12 volt** colleghiamo due **diodi** rivolgendo i loro **catodi** verso il terminale **positivo**, ai loro estremi preleveremo una tensione **continua** di **12 volt** molto più stabile di quella ottenuta raddrizzando una **sola** semionda, perché abbiamo **raddrizzato** entrambe le **semionde**.

Il circuito funziona in questo modo: quando sul terminale **A** del trasformatore è presente la **semionda positiva**, sull'opposto terminale **B** risulta presente la **semionda negativa** (fig.239).

Quando sul terminale **A** del trasformatore è presente la **semionda negativa** sull'opposto terminale **B** risulta presente la **semionda positiva**.
Quando sul terminale **A** è presente la **semionda positiva** è il diodo **DS1** a fornire tensione all'apparecchiatura.
Poiché sull'opposto terminale **B** è presente la **semionda negativa** il diodo **DS2** rimane **inattivo**.
Quando sul terminale **A** del trasformatore è presente la **semionda negativa**, il diodo **DS1** rimane **inattivo** e poiché sull'opposto terminale **B** risulta presente la **semionda positiva** è il diodo **DS2** a fornire tensione all'apparecchiatura.

Raddrizzando le due **semionde** elimineremo il "tempo morto" della semionda **negativa** visibile in fig.237 perché con **due** diodi ed un trasformatore con **presa centrale** riusciremo a raddrizzare entrambe le due semionde (vedi fig.239).

Raddrizzando entrambe le **semionde** la frequenza di carica del **condensatore elettrolitico** che porremo sull'uscita non sarà più di **50 Hertz** bensì di **100 Hertz**.
Riuscendo a **caricare** il condensatore elettrolitico in un tempo **dimezzato** (vedi fig.242-243) questo riuscirà a **restituire** la tensione immagazzinata senza mai farla scendere sotto il valore richiesto, quindi la tensione **continua** che otterremo risulterà molto più **stabile**.

E' possibile raddrizzare entrambe le **semionde** senza bisogno di utilizzare un trasformatore con un **doppio avvolgimento** di **12+12 volt** se utilizziamo **4 diodi** collegati a **ponte** come visibile in fig.240.
Quando sul terminale **A** del trasformatore è presente la **semionda positiva** e sul terminale **B** la **semionda negativa**:

il diodo **DS2** raddrizza la **semionda positiva**,
il diodo **DS3** raddrizza la **semionda negativa**.

Quando sul terminale **A** del trasformatore è presente la **semionda negativa** e sul terminale **B** la **semionda positiva**:

il diodo **DS1** raddrizza la **semionda negativa**,
il diodo **DS4** raddrizza la **semionda positiva**.

I **4 diodi** si trovano in commercio già racchiusi dentro un contenitore plastico chiamato **ponte raddrizzatore** provvisto di **4 terminali** (vedi fig.246).
I due terminali contrassegnati dal simbolo **S** della **tensione alternata** vanno collegati ai capi **A - B** del trasformatore.
Dal terminale contrassegnato dal simbolo **+** preleviamo la **tensione positiva** e da quello contrassegnato dal simbolo **–** preleviamo la **tensione negativa**.

Fig.239 Utilizzando un trasformatore con presa centrale e due diodi raddrizzatori, quando la semionda positiva è presente sul terminale A viene raddrizzata dal diodo DS1 e quando è presente sul terminale B viene raddrizzata dal diodo DS2.

Fig.240 Per raddrizzare entrambe le semionde con un avvolgimento "sprovvisto" di presa centrale dobbiamo usare un ponte raddrizzatore. Quando su A è presente la semionda Positiva e su B la semionda Negativa la tensione verrà raddrizzata dai due diodi DS2 e DS3.

Fig.241 Quando su A è presente la semionda Negativa e su B la semionda Positiva la tensione verrà raddrizzata dai due diodi DS1 e DS4. Raddrizzando entrambe le semionde la tensione pulsante che preleviamo sull'uscita non risulterà più di 50 Hz, ma di 100 Hz.

Fig.242 Collegando un condensatore elettrolitico sull'uscita di un diodo raddrizzatore si riesce a rendere perfettamente "continua" qualsiasi tensione pulsante. Infatti mentre il diodo raddrizza le semionde positive, il condensatore elettrolitico immagazzina questa tensione positiva per restituirla quando il diodo non conduce. I volt ai capi del condensatore hanno sempre un valore superiore rispetto ai volt alternati applicati sul diodo.

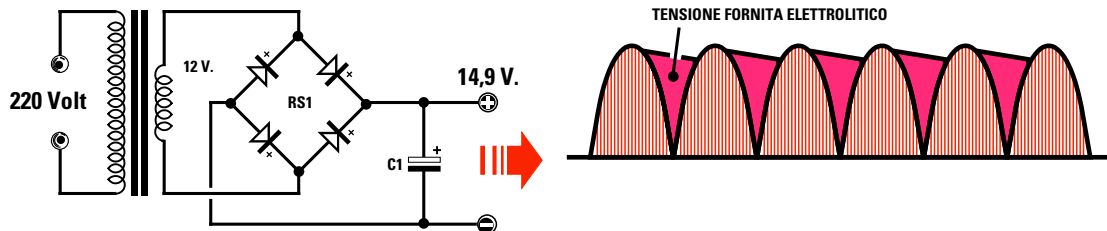



Fig.243 Usando un "ponte raddrizzatore" otteniamo una tensione raddrizzata pulsante di 100 Hz ed in questo modo eliminiamo il tempo di pausa occupato dalle semionde negative. Poiché il condensatore elettrolitico collegato al ponte deve restituire la tensione immagazzinata per un tempo inferiore rispetto ad una tensione pulsante raddrizzata da un solo diodo (vedi fig.242), la tensione continua risulterà molto più stabile.

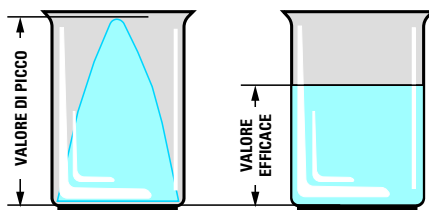



Fig.244 Misurando una tensione alternata con un tester rileviamo il solo valore "efficace" e non il valore di "picco" della semionda. Una tensione "efficace" di 12 volt corrisponde ad una tensione di "picco" di 12 x 1,41 = 16,92 volt.
Possiamo paragonare i volt di "picco" all'altezza massima di un cono di ghiaccio. Se facciamo sciogliere questo cono dentro il suo contenitore otteniamo un'altezza notevolmente inferiore che equivale in pratica ai volt "efficaci".

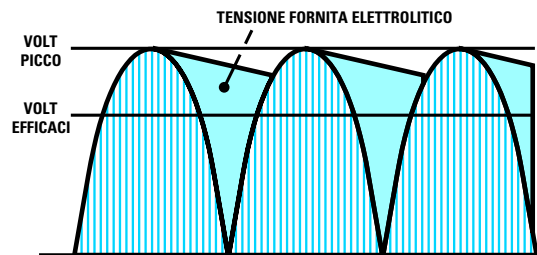



Fig.245 Un condensatore elettrolitico collegato sull'uscita di un diodo o di un ponte raddrizzatore si carica sempre sui volt di "picco" della semionda alternata. Questa tensione immagazzinata viene restituita dal condensatore per alimentare il circuito nel lasso di tempo in cui la semionda positiva scende verso i 0 volt. Per questo motivo la tensione "continua" ai capi del condensatore elettrolitico risulta sempre maggiore di 1,41 volte rispetto ai "volt efficaci".

Se per **errore** invertiamo i **4 terminali**, dall'uscita del **ponte raddrizzatore** non uscirà nessuna tensione.
Tutti i **ponti raddrizzatori** vengono costruiti per accettare sui loro ingressi una determinata **tensione** in **alternata** e per fornire in uscita una determinata **corrente**.

Se disponiamo di un **ponte raddrizzatore** da **100 V 1 A** possiamo applicare sul suo ingresso qualsiasi **tensione alternata** purché non superi i **100 volt** e dalla sua uscita possiamo prelevare una corrente **massima** di **1 amper**.
Sull'ingresso di questo **ponte** da **100 volt** potremo applicare delle tensioni **alternate** di **5 - 10 - 25 - 50 - 70 - 90 - 100 volt**, ma non di **110 volt** e dalla sua uscita potremo prelevare **correnti** di **0,1 - 0,3 - 0,8 - 1 amper** e non **correnti superiori** ad **1 amper**.

Sull'ingresso di un **ponte raddrizzatore** da **50 V 15 A** possiamo applicare qualsiasi **tensione alternata** purché non superi i **50 volt** e dalla sua uscita possiamo prelevare un **massimo** di **15 amper**.

UTILE A SAPERSI

Un **diodo raddrizzatore** provoca una **caduta di tensione** di circa **0,7 volt** quindi applicando sul suo ingresso una tensione alternata di **12 volt** sulla sua uscita ritroveremo una tensione di:

12 - 0,7 = 11,3 volt

Un **ponte raddrizzatore** provoca una caduta di **1,4 volt** perché al suo interno ci sono **due diodi**, uno che raddrizza le **semionde positive** ed uno che raddrizza le **semionde negative**. Applicando quindi sull'ingresso del **ponte** una tensione alternata di **12 volt** sulla sua uscita ritroveremo una tensione di:

12 - 1,4 = 10,6 volt

Se misuriamo la tensione ai capi del **condensatore elettrolitico** collegato sulla tensione **raddrizzata** noteremo con sorpresa che la tensione anziché risultare di **11,3 volt** oppure di **10,6 volt** sarà di:

15,9 volt e di **14,9 volt**

Vale a dire un valore di tensione **maggiore** rispetto a quella applicata sui suoi ingressi.

Il motivo di questo **aumento** di tensione è dovuto al fatto che la **tensione alternata** raggiunge un **picco** di **1,41 volte** superiore al valore della **tensione efficace**.

Per capire la differenza tra i volt di **picco** ed i volt **efficaci** possiamo considerare la tensione **efficace** come l'**area totale** di una **semionda** (vedi fig.244).

Il **condensatore elettrolitico** non si carica sul valore della tensione **efficace**, ma sul **valore di picco** (vedi fig.245) e per questo motivo si ottiene una tensione **maggiore**.

Per calcolare il valore della **tensione reale** presente ai capi del **condensatore elettrolitico** dovremo prima sapere se si usa un solo **diodo raddrizzatore** oppure un **ponte raddrizzatore**, dopodiché potremo servirci di queste due formule:

Vcc sono i **volt** ai capi del **condensatore**,
Vac sono i **volt efficaci** della tensione **alternata**,
0,7 è la **caduta** di tensione del **diodo**,
1,41 è il numero **fisso** per ottenere i **volt** di **picco**.

Vcc sono i **volt** ai capi del **condensatore**,
Vac sono i **volt efficaci** della tensione **alternata**,
1,4 è la **caduta** di tensione del **ponte**,
1,41 è il numero **fisso** per ottenere i **volt** di **picco**.

Raddrizzando una **tensione alternata** di **12 volt** con un solo **diodo raddrizzatore** otterremo una **tensione continua** che raggiungerà un valore di:

(12 - 0,7) x 1,41 = 15,9 volt

Raddrizzando una **tensione alternata** di **12 volt** con un **ponte raddrizzatore** otterremo una **tensione continua** che raggiungerà un valore di:

(12 - 1,4) x 1,41 = 14,9 volt

Perciò qualsiasi **tensione alternata** raddrizzeremo, ai capi del **condensatore elettrolitico** ritroveremo sempre una tensione pari a quella applicata sull'ingresso **meno** la caduta dei diodi raddrizzatori, moltiplicata per **1,41**.
Se usiamo gli schemi delle figg.237-239 dovremo sottrarre **0,7 volt**, se usiamo lo schema di fig.243 che utilizza un **ponte** raddrizzatore dovremo sottrarre **1,4 volt**.

LA CAPACITA' dell'ELETTROLITICO

La capacità **minima** in **microfarad** del condensatore **elettrolitico** posto dopo un **diodo raddrizzatore** o un **ponte raddrizzatore** non va scelta a caso, ma in funzione della **massima corrente** che assorbe l'apparecchiatura in modo da ridurre al minimo il **ronzio** di alternata.

Se si raddrizza una **tensione alternata** con un solo **diodo raddrizzatore** (vedi fig.242) si può utilizzare questa formula:

microfarad = 40.000 : (volt : amper)

Se si raddrizza una **tensione alternata** con un **ponte raddrizzatore** (vedi fig.243) si può utilizzare questa formula:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

Esempio: abbiamo realizzato un alimentatore che eroga **12 volt** ed assorbe **1,3 amper** e vorremmo conoscere il valore della **capacità** del condensatore elettrolitico nel caso utilizzassimo un solo **diodo raddrizzatore** o un **ponte raddrizzatore**.

Soluzione: con un solo **diodo raddrizzatore** dobbiamo utilizzare un condensatore elettrolitico che abbia una **capacità** di circa:

40.000 : (12 : 1,3) = 4.333 microfarad

Siccome questo valore **non** è **standard** useremo una capacità di valore più elevato, cioè **4.700 microfarad**, oppure potremo collegare in **parallelo** due condensatori da **2.200 microfarad**.

Con un **ponte raddrizzatore** dobbiamo utilizzare un condensatore elettrolitico che abbia una **capacità** di circa:

20.000 : (12 : 1,3) = 2.166 microfarad

Poiché anche questo valore **non** è **standard** useremo una capacità di valore più elevato, cioè **2.200 microfarad**, oppure potremo collegare in **parallelo** due condensatori da **1.200 microfarad**.

Sconsigliamo di usare dei valori di **capacità inferiori** al richiesto perché nelle apparecchiatura che amplificano dei segnali **sonori**, ad esempio **preamplificatori - ricevitori** ecc., si udrebbe sempre in sottofondo un **leggero ronzio** di tensione alternata.

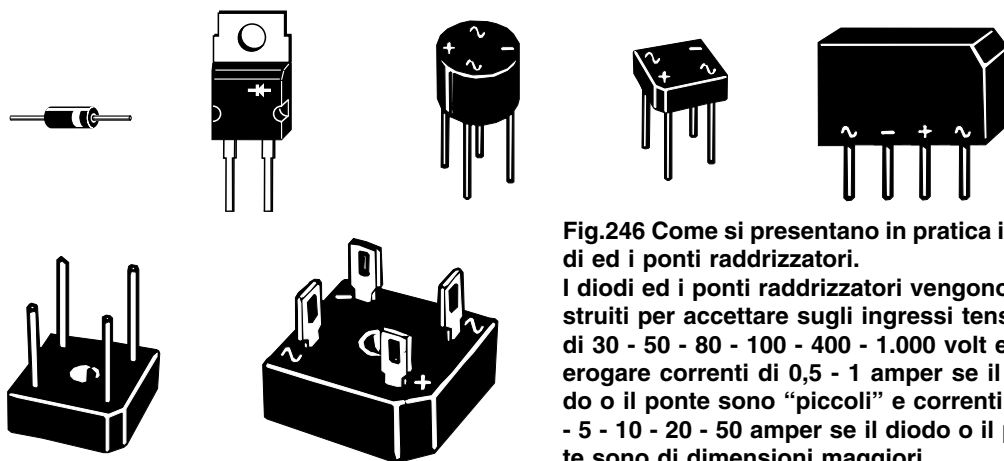
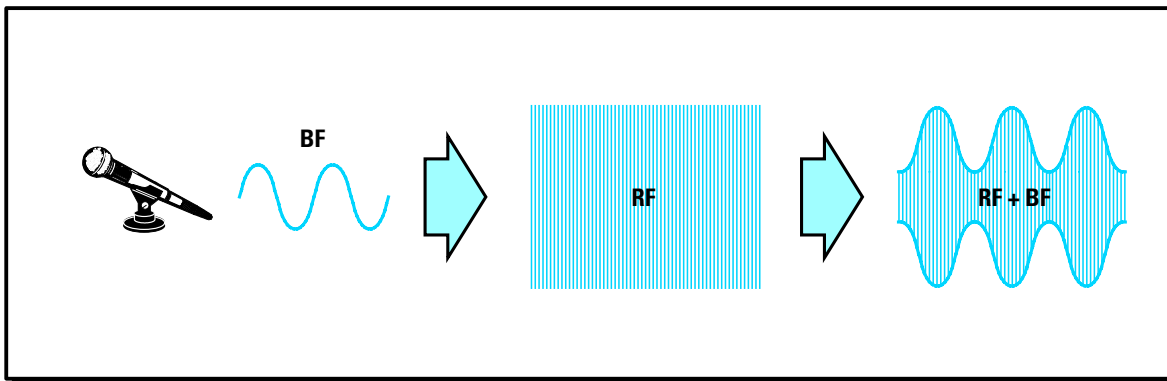
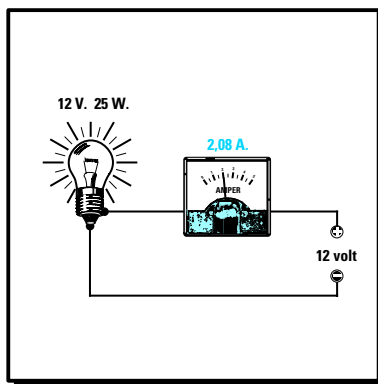
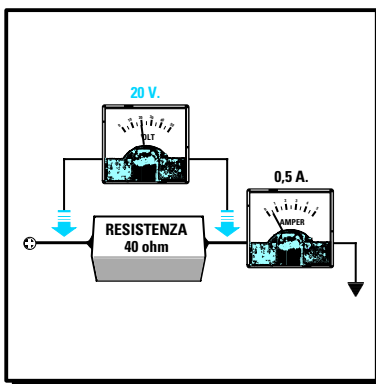



Fig.246 Come si presentano in pratica i diodi ed i ponti raddrizzatori.
I diodi ed i ponti raddrizzatori vengono costruiti per accettare sugli ingressi tensioni di 30 - 50 - 80 - 100 - 400 - 1.000 volt e per erogare correnti di 0,5 - 1 amper se il diodo o il ponte sono "piccoli" e correnti di 3 - 5 - 10 - 20 - 50 amper se il diodo o il ponte sono di dimensioni maggiori.

imparare l' ELETTRONICA *partendo da* ZERO

In questa Lezione riportiamo tutte le formule della **Legge** di **Ohm** che sono molto utili per risolvere i problemi che si presentano giornalmente a chi si occupa di elettronica.

Anche se molti giovani sanno dell'esistenza di questa **Legge**, sono pochi quelli che sanno correttamente applicarla perché solitamente nei testi viene riportata la sola formula **base** senza il corredo di **esempi** pratici. Per questo motivo i principianti si trovano spesso in difficoltà specie se i valori in loro possesso sono **multipli** o **sottomultipli** di **volt**, **amper** e **watt**.

Le **Tabelle** preparate per questa **Lezione** riportano le formule della legge di Ohm con **multipli** e **sottomultipli**; inoltre troverete molti **esempi** che vi aiuteranno a capire come si deve procedere per risolvere diversi problemi.

Dopo la **Legge** di **Ohm** seguirà un capitolo dedicato alla **Reattanza** e scoprirete che una **capacità** ed una **induttanza** quando vengono attraversate da una **tensione alternata** si comportano come se fossero delle **resistenze** il cui valore **ohmico** varia in funzione della **frequenza**.

Anche per la **reattanza** avrete numerosi **esempi** che vi permetteranno di capire dove e come sfruttare questa caratteristica per ricavarne vantaggi pratici.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Il fisico tedesco **Georg Simon Ohm** (1789 - 1854) Rettore del Politecnico di **Norimberga** durante i suoi studi di acustica ed elettrologia scoprì che:

“L’intensità di una corrente che scorre in un circuito è direttamente proporzionale alla forza elettromotrice ed inversamente proporzionale alla resistenza del conduttore.”

In altre parole la **legge di Ohm** dice che: in un conduttore la **corrente aumenta** con l’aumentare della tensione e **diminuisce** con l’aumentare del valore della resistenze del conduttore.
Le **formule** che ne derivano risultano indispensabili per risolvere molti problemi in campo elettronico.
Infatti avendo stabilito i rapporti che legano **volt**, **amper**, **ohm** e **watt**, basta conoscere **due** sole grandezze per ricavare quella **sconosciuta**.
Nelle **Tabelle** riportate in questa Lezione troverete tutte le **formule** e diversi **esempi** di calcolo che vi permetteranno di risolvere tutti i problemi che si incontrano in campo pratico.

LA LEGGE di OHM con esempi esplicativi e calcoli

Fig. 247 - Calcolare i volt ai capi di una resistenza in cui scorre una corrente nota

Sapendo che in una **resistenza** da **40 ohm** scorre una **corrente** di **0,5 amper** vorremmo conoscere quale **tensione** risulta presente ai capi di questa resistenza.

Soluzione: per ricavare questo valore dovremo utilizzare la formula:

volt = amper x ohm
quindi otterremo una tensione di:

40 x 0,5 = 20 volt

Fig.248 – Calcolare la caduta di tensione di una resistenza

Applicando in **serie** ad una lampadina da **12 volt** che assorbe **0,6 amper** una resistenza da **3 ohm** vorremmo conoscere che caduta di tensione si ottiene.

Soluzione: per conoscere la **caduta di tensione** dobbiamo usare la formula:
volt = amper x ohm
quindi se nella resistenza da **3 ohm** scorre una corrente di **0,6 amper**, otterremo:

3 x 0,6 = 1,8 volt

La lampadina con questo valore di resistenza posto in **serie** non viene più alimentata con **12 volt**, ma con una tensione di soli:

12 - 1,8 = 10,2 volt

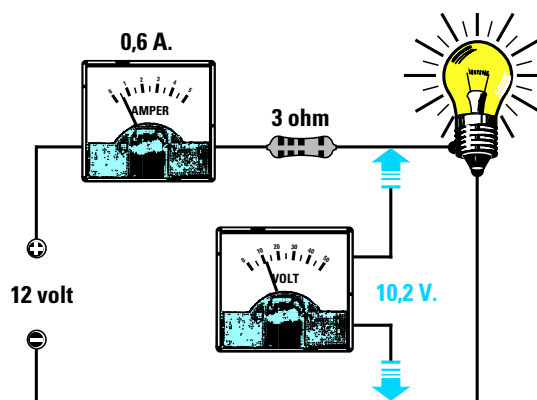
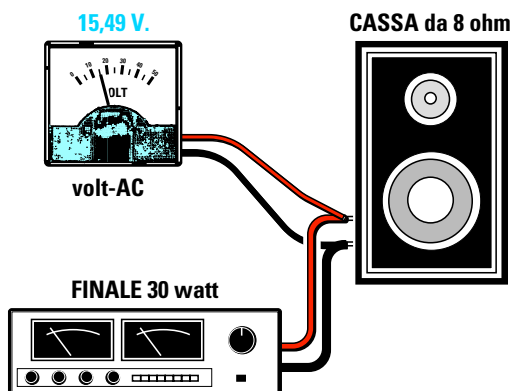



Fig.249 – Tensione efficace sull'ingresso di una Cassa Acustica

15,49 V.
CASSA da 8 ohm
volt-AC
FINALE 30 watt

Abbiamo un **amplificatore Hi-Fi** della potenza di **30 watt efficaci** che pilota una **Cassa Acustica** da **8 ohm** e vorremmo conoscere quale **tensione efficace** giunge sugli altoparlanti.

Soluzione: per conoscere il valore della **tensione efficace** dobbiamo usare la formula:

$$\text{volt} = \sqrt{\text{watt x ohm}}$$

quindi nell'altoparlante giungeranno:

$$\sqrt{30 \times 8} = 15{,}49 \text{ volt efficaci}$$

Fig.250 – Calcolare la tensione da applicare ad un milliamperometro

Abbiamo un **milliamperometro** da **10 mA fondo scala** al quale abbiamo applicato in **serie** una **resistenza** da **1.500 ohm** per poterlo trasformare in un **voltmetro**, quindi vorremmo conoscere quale **tensione** dobbiamo applicare ai suoi capi per far deviare la lancetta al **fondo scala**.

Soluzione: per conoscere il valore di questa tensione usiamo la formula:

volt = (mA x ohm) : 1.000

Applicando in **serie** allo strumento una resistenza da **1.500 ohm** la lancetta andrà a **fondo scala** con una tensione di:

(10 x 1.500) : 1.000 = 15 volt

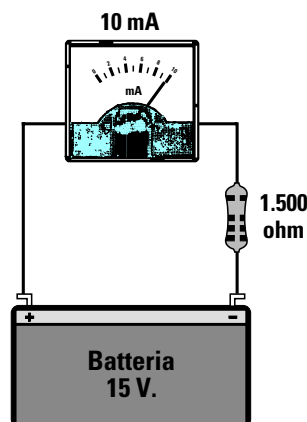



Fig.251 – Calcolare i volt presenti in un partitore resistivo

Ai capi di una tensione di **15 volt** abbiamo collegato due resistenze: **R1** da **470 ohm** ed **R2** da **220 ohm**. Vorremmo conoscere quale tensione risulta presente ai capi di **R2**.

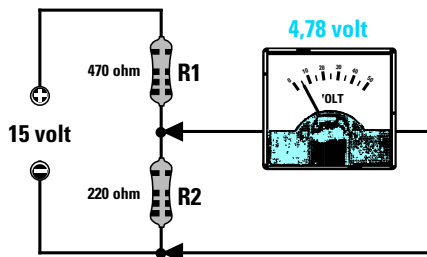
Soluzione: per ricavare questo valore dobbiamo prima fare la **somma** delle due resistenze:

470 + 220 = 690 ohm

Poi dobbiamo calcolare la **corrente** che scorre su **690 ohm** con **15 volt** usando la formula:

amper = volt : ohm
15 : 690 = 0,02173 amper

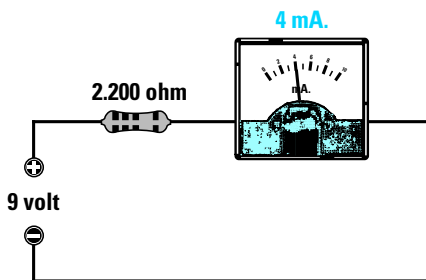
Infine possiamo calcolare la caduta di tensione della resistenza **R2** da **220 ohm** con la formula:

volt = amper x ohm
0,02173 x 220 = 4,78 volt

Ai capi della resistenza **R2** leggeremo quindi una tensione di **4,78 volt**.

Il valore della tensione presente ai capi della resistenza **R2** o **R1** si può ricavare anche con questa formula **semplifica**:

volt su R2 = [volt pila : (R1 + R2)] x R2
volt su R1 = [volt pila : (R1 + R2)] x R1

I valori delle resistenze **R1 - R2** possono essere inseriti nelle formule in **ohm**, **kiloohm** o **megaohm**.

Fig.252 – Calcolare i mA che scorrono in una resistenza di valore conosciuto

Abbiamo una resistenza da **2,2 kiloohm** collegata ad una tensione di **9 volt** e vorremmo conoscere quanta **corrente** assorbe.

Soluzione: per calcolare la **corrente** che assorbe la resistenza possiamo usare la formula:

milliamper = volt : kiloohm

in questa resistenza scorre una corrente di:

9 : 2,2 = 4 milliamper

Fig.253 – Calcolare la corrente assorbita da un Relè conoscendo gli ohm

Abbiamo un **relè** la cui bobina di eccitazione ha una resistenza **ohmica** di **150 ohm** quindi vorremmo conoscere che corrente assorbe quando lo alimentiamo con **12 volt**.

Soluzione: per conoscere gli **amper** assorbiti da questo **relè** dobbiamo usare la formula:

amper = volt : ohm

12 : 150 = 0,08 amper

Il relè assorbe una corrente di **0,08 amper** che corrispondono ad **80 milliamper**.

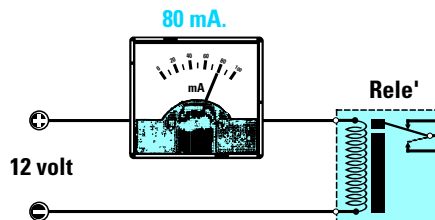
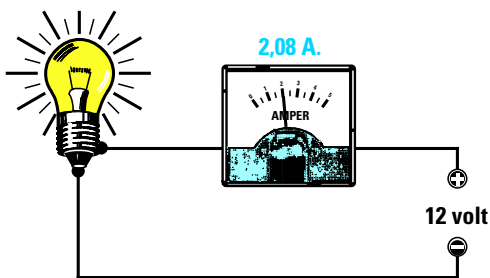



Fig.254 – Calcolare la corrente assorbita da una lampadina conoscendo i watt

Abbiamo una lampadina da **12 volt - 25 watt** e vorremmo sapere quanti **amper** assorbe.

Soluzione: per calcolare la corrente assorbita da questa lampadina dobbiamo usare la formula:

amper = watt : volt

25 : 12 = 2,08 amper

Quindi questa lampadina assorbe **2,08 amper**.

Fig.255 – Calcolare la corrente massima che può scorrere in una resistenza

Abbiamo una resistenza da **3.300 ohm 1/4** di **watt** e vorremmo conoscere qual è la corrente **massima** che può passare attraverso questa resistenza senza **bruciarla**.

Soluzione: per ricavare la **corrente massima** che questa resistenza può sopportare senza essere danneggiata usiamo la formula:

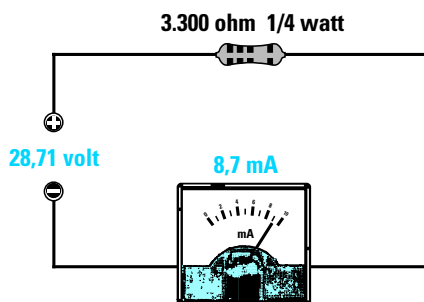
amper = $\sqrt{\textbf{watt : ohm}}$

Come prima operazione dobbiamo sapere a quanto corrisponde 1/4 di watt:

1 : 4 = 0,25 watt

Ora possiamo inserire **0,25 watt** nella formula:

$\sqrt{0,25 : 3.300}$ **= 0,0087 amper**

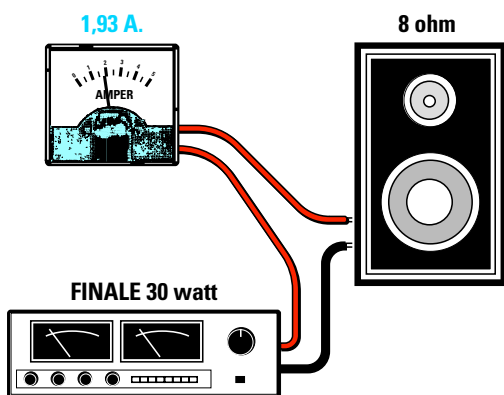
Per sapere a quanti **milliamper** corrispondono,

basterà moltiplicare gli **amper** per **1.000**.

0,0087 x 1.000 = 8,7 milliamper

Se volessimo conoscere quale **tensione massima** possiamo applicare ai capi di questa resistenza dovremmo usare la formula:

volt = amper x ohm

0,0087 x 3.300 = 28,71 volt

Fig.256 – Calcolare gli amper sull’ingresso di una Cassa Acustica

Abbiamo un **amplificatore Hi-Fi** della potenza di **30 watt R.M.S.** che pilota una **Cassa Acustica** da **8 ohm** quindi vorremmo conoscere quale **corrente R.M.S.** giunge sugli altoparlanti.

Soluzione: per conoscere il valore di questa corrente possiamo usare la formula:

amper = $\sqrt{\textbf{watt : ohm}}$

$\sqrt{\textbf{30 : 8}}$ **= 1,93 amper**

Per alimentare questa Cassa Acustica dovremo utilizzare un **filo conduttore** che sia in grado di sopportare una corrente di **2 amper**.

Fig.257 – Calcolare gli amper assorbiti dalla linea dei 220 volt

Vorremmo conoscere quanta **corrente** preleviamo dal nostro impianto elettrico a **220 volt** quando risultano collegati un **ferro da stiro** da **800 watt** più una **lampadina** da **100 watt** ed una da **60 watt**.

Soluzione: come prima operazione sommiamo i **watt** assorbiti dal **ferro da stiro** e dalle due **lampadine**:

800 + 100 + 60 = 960 watt totali

dopodiché calcoliamo gli **amper** utilizzando la formula:

amper = watt : volt

960 : 220 = 4,36 amper

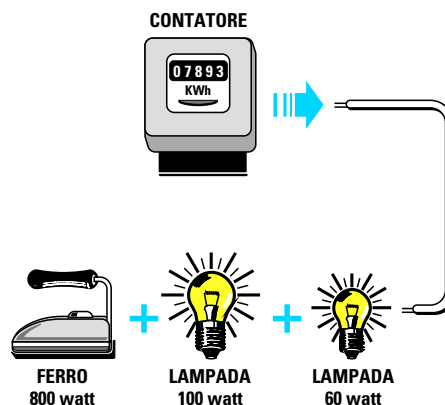
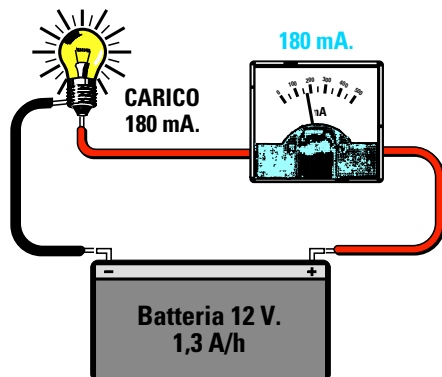



Fig.258 – Calcolare la capacità delle batterie ricaricabili

Abbiamo una **batteria** da **12 volt 1,3 Ah** e vorremmo conoscere dopo quante **ore** si scarica se alimentiamo un circuito che assorbe una corrente di **180 milliamper**.

Soluzione: per conoscere in quante **ore** si **scarica** dobbiamo convertire i **180 mA** in **amper** dividendoli per **1.000**:

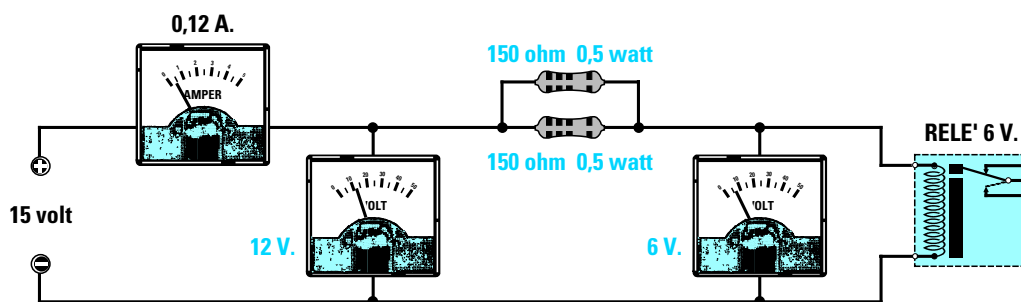
180 : 1.000 = 0,18 amper

Poi dobbiamo dividere **1,3 Ah** per **0,18 amper**:

1,3 : 0,18 = 7,22 ore

Il numero **decimale 22** non sono i **minuti**, ma i **centesimi** di **ora**. Per conoscere i **minuti** dobbiamo dividere **60 minuti** per **100** poi moltiplicare il risultato per **22**:

(60 : 100) x 22 = 13 minuti

Fig.259 – Calcolare il valore di una resistenza per ridurre una tensione

Abbiamo un **relè** da **6 volt** e vorremmo alimentarlo con una tensione di **15 volt** quindi vorremmo conoscere che resistenza dobbiamo collegargli in **serie** per abbassare la tensione da **15 volt** a **6 volt**.

Soluzione: come prima operazione dobbiamo calcolare il valore di tensione che dovremo far **cadere** per passare da **15 volt** a **6 volt**.

15 - 6 = 9 volt

Poi dobbiamo misurare il valore **ohmico** della bobina del **relè** ed ammesso che risulti di **50 ohm** dobbiamo calcolare quanta **corrente** assorbe utilizzando la formula:

amper = volt : ohm

Sapremo così che assorbe:

6 : 50 = 0,12 amper

Conoscendo gli **amper** che devono scorrere nella bobina possiamo ricavare il valore della resistenza per riuscire ad ottenere una **caduta** di **9 volt** utilizzando la formula:

ohm = volt : amper
9 : 0,12 = 75 ohm

Poiché **75 ohm** non è un valore standard potremo collegare in parallelo **due** resistenze da **150 ohm**, come spiegato nella **Lezione N.2**.
Per sapere quale **potenza** in **watt** dovrà avere questa resistenza usiamo la formula:

watt = volt x amper
9 x 0,12 = 1,08 watt

Poiché abbiamo collegato in **parallelo** due resistenze da **150 ohm** dovremo sceglierle di **metà potenza** come ci dimostra anche la formula:

watt = (volt x volt) : ohm
(9 x 9) : 150 = 0,54 watt

Quindi sono necessarie due resistenze da **150 ohm** della potenza di **0,5 watt**, cioè **1/2 watt**.

Fig.260 – Calcolare il valore di R2 in un partitore per ottenere ai suoi capi una tensione

Dobbiamo realizzare un **partitore resistivo** che riesca ad abbassare una tensione di **30 volt** a soli **10 volt**. Sapendo il valore della resistenza **R1** che è da **10.000 ohm** vorremmo conoscere il valore della resistenza **R2**.

Soluzione: per calcolare il valore ohmico della resistenza **R2** possiamo usare questa formula:

ohm R2 = [R1 : (Vcc - volt su R2)] x volt su R2

quindi otterremo:

[10.000 : (30 - 10)] x 10 = 5.000 ohm

Poiché **5.000 ohm** non è un valore **standard** possiamo collegare in **parallelo** due resistenze da **10.000 ohm** ottenendo così **5.000 ohm**.

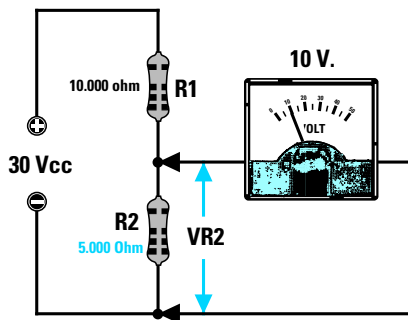
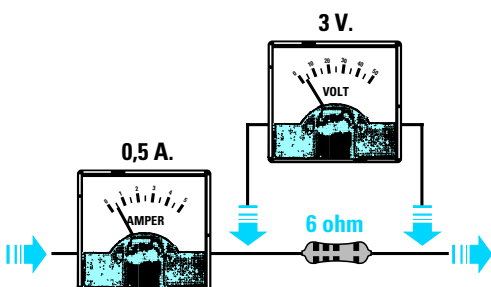



Fig.261 – Calcolare gli ohm di una resistenza conoscendo la caduta di tensione ai suoi capi

Abbiamo inserito in **serie** ad un circuito che assorbe una corrente di **0,5 amper** una resistenza di valore **sconosciuto** e poiché ai suoi capi leggiamo una tensione di **3 volt** vorremmo conoscere il suo esatto valore **ohmico**.

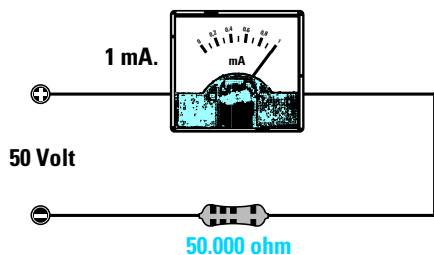
Soluzione: per conoscere il valore della resistenza inserita in **serie** possiamo usare la formula:

ohm = volt : amper

3 : 0,5 = 6 ohm (valore della resistenza)

Fig.262 – Come trasformare un milliamperometro in un voltmetro

Abbiamo uno strumento da **1 milliamper** fondo scala e vorremmo trasformarlo in un **voltmetro** per poter leggere una tensione massima di **50 volt fondo scala**. Vorremmo quindi conoscere che resistenza dobbiamo collegargli in **serie**.
Soluzione: per calcolare il valore di questa resistenza possiamo usare la formula:

ohm = (volt : mA) x 1.000
(50 : 1) x 1.000 = 50.000 ohm

Poiché nel calcolo non si è tenuto conto della **resistenza interna** dello strumento, il valore da applicare in **serie** risulterà sempre inferiore ai **50.000 ohm** calcolati.
Per portare la lancetta a **fondo scala** con una tensione di **50 volt** si consiglia di scegliere un valore **standard** inferiore a **50.000 ohm**, ad esempio **47.000 ohm** e poi collegare in serie a questa resistenza un **trimmer** da **10.000 ohm** che servirà per la **taratura** del fondo scala.

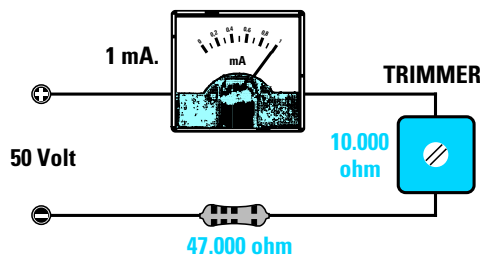



Fig.263 – Calcolare i watt di una resistenza conoscendo la corrente che vi scorre

Dobbiamo collegare sull'Emettitore di un transistor che assorbe una **corrente** di **2 amper** una resistenza da **1,5 ohm** quindi vorremmo conoscere quanti **watt** dovrà avere questa resistenza.

Soluzione: per calcolare la potenza in **watt** di questa resistenza dobbiamo usare la formula:

watt = (amper x amper) x ohm

quindi otterremo:

(2 x 2) x 1,5 = 6 watt

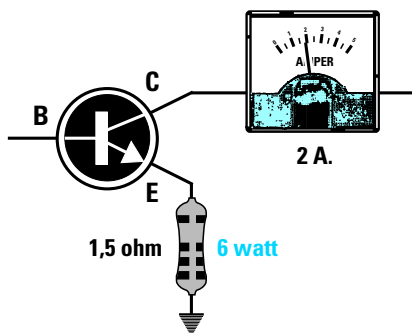



Fig.264 – Calcolare i watt sonori di un amplificatore conoscendo volt ed amper

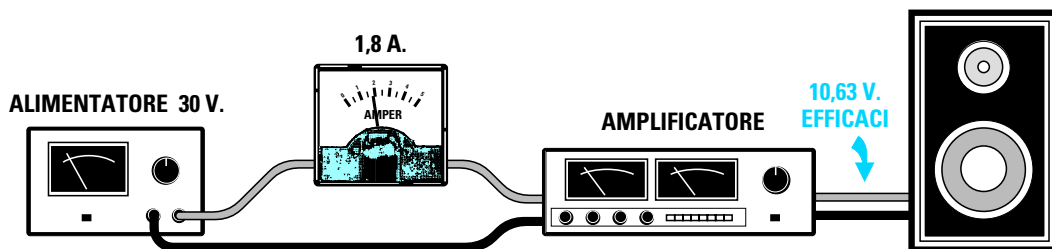
Abbiamo un amplificatore **Hi-Fi** che alimentato con una tensione di **30 volt** assorbe alla massima potenza una corrente di **1,8 amper** quindi vorremmo conoscere quanti **watt sonori** possiamo ottenere da questo amplificatore.

Soluzione: poiché nella Cassa Acustica entra un segnale di **Bassa Frequenza alternato** la cui **ampiezza** non potrà mai superare il valore della tensione di alimentazione di **30 volt picco/picco**, per ottenere i **volt efficaci** dobbiamo **dividere** questo valore per **2,82**:

30 : 2,82 = 10,63 volt efficaci

Possiamo quindi moltiplicare i **10,63 volt** per gli **amper** ottenendo così i **watt sonori**:

10,63 x 1,8 = 19,13 watt massimi

Non conoscendo il **rendimento** del nostro amplificatore è consigliabile moltiplicare questi **watt** per **0,75**, quindi la massima potenza che otterremo non riuscirà mai a superare i **14,34 watt effettivi**.

Quando una **induttanza** ed un **condensatore** vengono sottoposti ad una **tensione alternata** si comportano come una **resistenza**, quindi più **elevato** risulta il loro valore **ohmico** maggiore difficoltà incontra la tensione nell'attraversarli.
Questa **resistenza** non ha un valore **ohmico fisso**, quindi non possiamo misurarla con un normale **tester** perché il suo valore varia al variare della **frequenza**. Questo valore ohmico influenzato dalla frequenza viene chiamato **reattanza** ed indicata con le sigle:

XL se la **reattanza** è **induttiva**
XC se la **reattanza** è **capacitiva**

Una **induttanza** (vedi figg.265-266) presenta:
- un **basso** valore **XL** se la **frequenza** è **bassa**,
- un **alto** valore **XL** se la **frequenza** è **alta**.

Un **condensatore** (vedi figg.268-269) presenta:
- un **alto** valore **XC** se la **frequenza** è **bassa**,
- un **basso** valore **XC** se la **frequenze** è **alta**.

LA REATTANZA delle CAPACITA' e delle INDUTTANZE

Fig.265 Applicando un segnale alternato di Bassa frequenza sull'ingresso di una induttanza, sulla sua uscita preleviamo un segnale con la stessa ampiezza, perché per queste frequenze l'induttanza presenta una bassa resistenza XL.

Fig.266 Applicando un segnale alternato di Alta frequenza sull'ingresso di una induttanza, sulla sua uscita preleviamo un segnale molto attenuato, perché per queste frequenze l'induttanza presenta una elevata resistenza XL.

Fig.267 Formule da usare per ricavare il valore XL di un'induttanza.

Formule per convertire un valore d'INDUTTANZA

henry x 1.000 = millihenry | **microhenry : 1.000 = millihenry** | **millihenry x 1.000 = microhenry**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

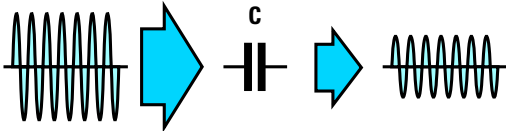



Fig.268 Applicando un segnale alternato di Bassa frequenza sull'ingresso di un condensatore, sulla sua uscita preleviamo un segnale molto attenuato, perché per queste frequenze la capacità presenta una elevata resistenza XC.

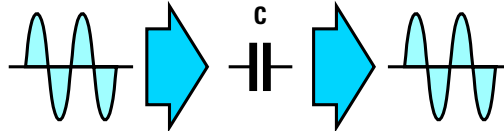
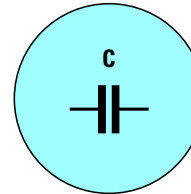



Fig.269 Applicando un segnale alternato di Alta frequenza sull'ingresso di un condensatore, sulla sua uscita preleviamo un segnale con la stessa ampiezza, perché per queste frequenze la capacità presenta una bassa resistenza XC.

Fig.270 Formule da usare per ricavare il valore XC di un condensatore.

Formule per convertire un valore di CAPACITA'

picofarad : 1.000 = nanofarad	nanofarad: 1.000 = microfarad	
picofarad : 1.000.000 = microfarad	nanofarad x 1.000 = picofarad	microfarad x 1.000 = nanofarad

Formule per convertire un valore di FREQUENZA

hertz : 1.000 = kilohertz	kilohertz x 1.000 = hertz	Megahertz x 1.000 = kilohertz
hertz : 1.000.000 = Megahertz	kilohertz : 1.000 = Megahertz	Megahertz x 1.000.000 = hertz

CALCOLARE la XL e la XC in funzione della frequenza

Esempio: vorremmo conoscere quale valore **ohmico XL** potrebbe presentare una **induttanza** da **100 microhenry** attraversata da un segnale di **Bassa Frequenza** di **4 kilohertz** oppure da un segnale di **Alta Frequenza** di **20 Megahertz**.

Soluzione: per calcolare il valore **ohmico XL** per la frequenza dei **4 kilohertz** usiamo la formula:

XL ohm = 0,00628 x kHz x microhenry

Quindi per una frequenza di **4 kHz** avremo un valore **XL** di :

0,00628 x 4 x 100 = 2,51 ohm

Per calcolare il valore **ohmico XL** per la frequenza dei **20 Megahertz** usiamo la formula:

XL ohm = 6,28 x MHz x microhenry

Quindi per una frequenza di **20 MHz** avremo un valore **XL** di:

6,28 x 20 x 100 = 12.560 ohm

Come potete notare, per un segnale di **Bassa Frequenza** di **4 kilohertz** il valore **ohmico** dell'induttanza di **100 microhenry** risulta di **2,51 ohm**, mentre se su questa stessa induttanza applichiamo un segnale di **Alta Frequenza** di **20 Megahertz** questo valore diventa di **12.560 ohm**.

Esempio: calcolare il valore **ohmico XC** di un **condensatore** da **2.200 picofarad** per una frequenza di lavoro di **4 kilohertz** e di **20 Megahertz**.

Soluzione: per calcolare il valore **ohmico XC** di un condensatore da **2.200 picofarad** per la frequenza dei **4 kHz** usiamo la formula:

XC ohm = 159.000 : (kHz x nanofarad)

Poiché in questa formula la capacità deve essere espressa in **nanofarad** dobbiamo prima convertire i **2.200 picofarad** in **nanofarad** dividendo questo numero per **1.000**:

2.200 : 1.000 = 2,2 nanofarad

Eseguita questa conversione possiamo inserire i nostri dati nella formula ottenendo:

159.000 : (4 x 2,2) = 18.068 ohm

Quindi una capacità da **2,2 nanofarad** si comporta per una frequenza di **4 kilohertz** come se fosse una resistenza da **18.068 ohm**.
Tutti i condensatori si comportano per le **tensioni continue** da **isolatori** e quindi non lasciano passare da un capo all'altro **nessuna** tensione **CC**.

Per calcolare il valore **ohmico XC** di un condensatore da **2.200 picofarad** per la frequenza dei **20 MHz** usiamo la formula:

XC ohm = 159.000 : (MHz x picofarad)

Quindi per la frequenza di **20 MHz** otteniamo un valore di:

159.000 : (20 x 2.200) = 3,61 ohm

Come potete notare per i **4 kilohertz** abbiamo un valore **ohmico** di **18.068 ohm**, mentre per i **20 Megahertz** un valore di soli **3,61 ohm**.

Con questi due esempi avrete capito che le **induttanze** presentano un **basso** valore **XL** per le frequenze **basse** ed un **alto** valore **XL** per le frequenze **elevate**.
I condensatori invece si comportano in modo inverso, cioè presentano un **alto** valore **XC** per le frequenze **basse** ed un **basso** valore **XC** per le frequenze **elevate**.

PER trasferire un SEGNALE di BF

Per trasferire un segnale di **BF** da una sorgente verso la Base un transistor o per trasferirlo dal suo Collettore verso la Base di un secondo transistor è necessario utilizzare un **condensatore** perché lascerà passare tutte le frequenza **audio**, ma non le **tensione continue** presenti sulla Base o sul Collettore (vedi figg.271-272).

Poiché sappiamo che le frequenze **audio** sono tensioni **alternate** che partendo da un **minimo** di circa **25 Hz** (frequenze delle **note basse**) possono raggiungere un **massimo** di **20.000 Hz** (frequenze delle **note acute**), per evitare che questo condensatore **attenui** notevolmente il segnale di **BF**, occorre scegliere un valore di capacità che presenti un **basso** valore **XC** per la frequenza più **bassa** che deve passare, cioè quella dei **25 Hz**.

Ammesso di utilizzare un condensatore da **0,1 microfarad**, questo avrà per la frequenza di **25 Hz** una **XC** che potremo calcolare con la formula:

XC ohm = 159.000 : (Hz x microfarad)

Quindi per la frequenza di **25 Hz** delle **note basse** otterremo una **XC** di:

159.000 : (25 x 0,1) = 63.600 ohm

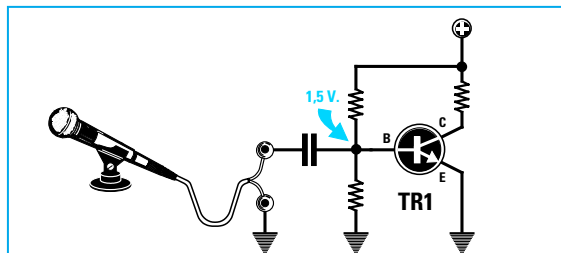



Fig.271 Se non applicassimo tra la Base del transistor ed il microfono un condensatore, la tensione presente sulla Base verrebbe cortocircuitata verso massa.

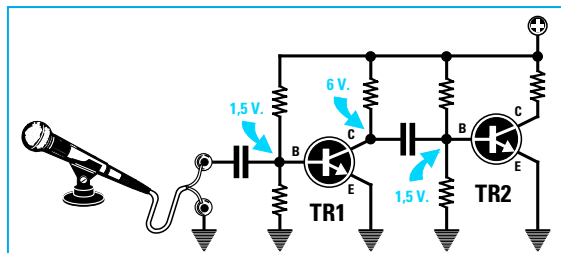



Fig.272 Per evitare che la tensione presente sul Collettore del primo transistor si riversi sulla Base del secondo transistor dobbiamo inserire un condensatore.

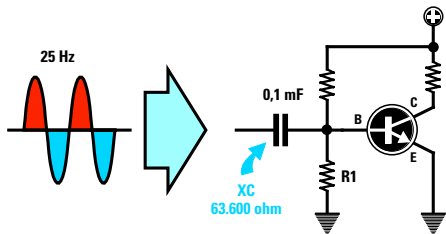



Fig.273 Se sull'ingresso di un transistor applichiamo un condensatore da 0,1 microfarad, questo valore presenterà per la frequenza di 25 Hz una XC di 63.600 ohm.

Fig.274 Se sostituiamo il condensatore da 0,1 microfarad con uno che abbia una capacità di 4,7 microfarad, questo valore presenterà una XC di soli 1.353 ohm.

mentre per la frequenza dei **20.000 Hz** delle **note acute** noi otterremo una **XC** di:

159.000 : (20.000 x 0,1) = 79,5 ohm

Come avrete notato, le frequenze più **basse** vedono questa capacità di **0,1 microfarad** come se fosse una resistenza di **63.600 ohm**, mentre le frequenze più **alte** vedono questa capacità come se fosse una resistenza di soli **79,5 ohm**. E' quindi abbastanza intuitivo che le frequenze delle **note basse** subiranno una maggior **attenuazione** rispetto alle frequenze delle **note acute**.

Per evitare che le frequenze **più basse** subiscano una **elevata** attenuazione è sufficiente scegliere un valore di capacità tale che per una frequenza di **25 Hz** si abbia una **XC** che risulti di almeno **10 volte inferiore** al valore della resistenza **R1** collegata tra la **Base** e la **massa** del transistor.

Se il valore della resistenza **R1** fosse di **47.000 ohm** (vedi fig.275) noi dovremmo scegliere un condensatore che abbia per i **25 Hz** una **XC** minore di:

47.000 : 10 = 4.700 ohm

Per conoscere il valore in **microfarad** della capacità da utilizzare per questo accoppiamento possiamo usare la formula:

microfarad = 159.000 : (25 x 4.700) = 1,3

Poiché **1,3 microfarad** non è un valore **standard** potremo usare una capacità **maggiore**, ad esempio **1,5 microfarad** o **2,2 microfarad**.
Se sostituissimo questa capacità con un condensatore da **4,7 microfarad** (vedi fig.274) otterremmo una **XC** di:

159.000 : (25 x 4,7) = 1.353 ohm

Se il valore della resistenza **R1** è di **10.000 ohm** si può scegliere un condensatore che per i **25 Hz** abbia una **XC** minore di:

10.000 : 10 = 1.000 ohm

Per conoscere il valore in **microfarad** delle capacità da utilizzare usiamo la solita formula:

microfarad = 159.000 : (25 x 1.000) = 6,3

Poiché questo valore non è **standard** si potrà scegliere una capacità **maggiore** ad esempio da **10 microfarad**.

Fig.275 In funzione del valore ohmico della resistenza R1 si dovrebbe sempre scegliere una capacità che presenti a 25 Hz un valore XC dieci volte inferiore.

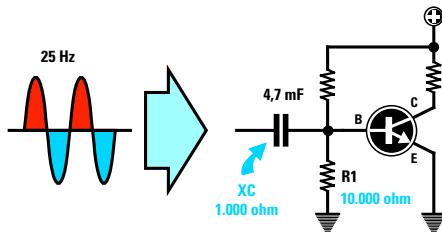



Fig.276 Se il valore della R1, collegata tra Base e massa, fosse di 10.000 ohm si dovrebbe scegliere una capacità che presenti una XC inferiore a 1.000 ohm.

PER trasferire un SEGNALE di RF sulla Base di un transistor

Per trasferire i segnali di **alta frequenza** che partono da circa **0,5 Megahertz** e raggiungono anche i **1.000 Megahertz** possiamo usare dei condensatori di **piccola** capacità.

Ammesso di voler trasferire un segnale di **12 Megahertz** sull'ingresso di un transistor **amplificatore** (vedi fig.275) che abbia collegata tra Base e Massa una resistenza da **47.000 ohm**, potremo tranquillamente utilizzare un condensatore da **100 picofarad** perché questa **capacità** presenterà per questa **frequenza** una **bassa reattanza**.

Infatti se proviamo a calcolare la sua **XC** per una frequenza di **12 MHz** utilizzando la formula:

XC ohm = 159.000 : (MHz x picofarad)

otteniamo un valore di soli:

159.000 : (12 x 100) = 132,5 ohm

Quindi negli stadi **amplificatori di alta frequenza** troveremo sempre dei condensatori di accoppiamento con delle capacità che raramente superano i **100 picofarad**.

PER ELIMINARE il segnale RF da un segnale raddrizzato

Un segnale di **alta frequenza** modulato in **AM** captato da un **ricevitore** ha sempre sovrapposto su entrambe le **semionde positive** e **negative** il segnale di **bassa frequenza** (vedi fig.277).
Per prelevare da questo segnale **modulato** la sola **BF** dobbiamo prima farlo passare attraverso un **diodo raddrizzatore** così da ottenere sulla sua uscita una sola **semionda RF** con sovrapposta la **BF** (vedi fig.278).
Per **eliminare** dal segnale la **RF** in modo da ritrovarci con il solo segnale di **BF** sarà sufficiente applicare tra l'uscita del **diodo** e la **massa** un condensatore di **piccola** capacità, ad esempio da **1.000 picofarad**.
Ammesso che il segnale **RF** risulti di **2 Megahertz** e che la frequenza del segnale **BF** risulti di **1.500 hertz** potremo calcolare quale valore **XC** presenta questa capacità da **1.000 picofarad** per la frequenza di **2 MHz** e per quella di **1.500 Hz** utilizzando la formula:

XC ohm = 159.000 : (MHz x picofarad)

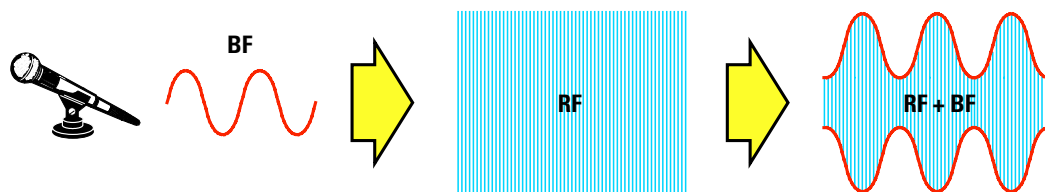



Fig.277 In tutti i trasmettitori modulati in AM (modulazione d'ampiezza) il segnale di BF prelevato da un microfono o da un registratore viene sovrapposto al segnale di Alta Frequenza. In questo modo sulle due opposte estremità del segnale RF, cioè su quella superiore e su quella inferiore, ritroviamo un "doppio" segnale di BF.

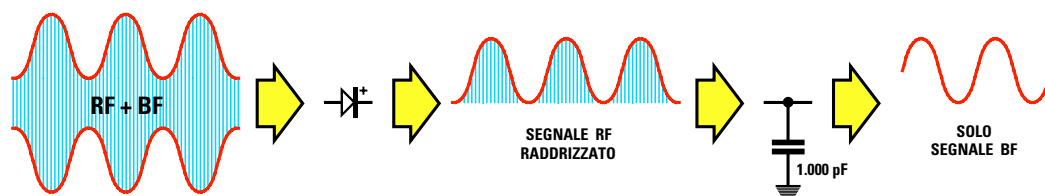



Fig.278 In ricezione per separare il segnale di BF dal segnale di Alta Frequenza dobbiamo farli passare attraverso un "diodo raddrizzatore" in modo da eliminare le semionde positive o negative del segnale RF. Dopo il diodo occorre applicare un condensatore perché con la sua bassa XC possa scaricare verso "massa" il solo segnale RF raddrizzato e non il segnale BF.

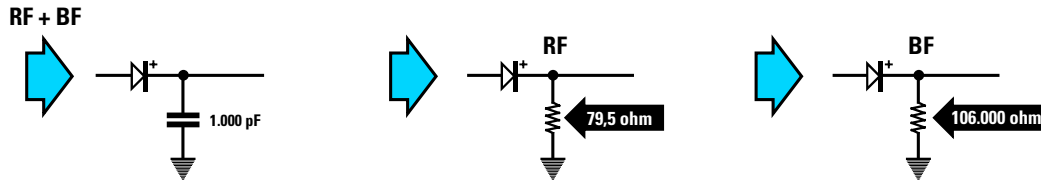



Fig.279 Quando il segnale RF che esce dal diodo raddrizzatore incontra una capacità di 1.000 picofarad collegata a "massa", vede il condensatore come se fosse una resistenza da 79,5 ohm quindi si scaricherà a massa, mentre il segnale di BF, vedendolo come se fosse una resistenza da 106.000 ohm non verrà attenuato.

Per la frequenza dei **2 MHz** questo condensatore presenterà una **XC** di:

159.000 : (2 x 1.000) = 79,5 ohm

Per la frequenza dei **1.500 Hz** questo condensatore presenterà una **XC** di:

159.000 : (0,0015 x 1.000) = 106.000 ohm

Nota: la formula richiede che il valore della **frequenza** risulti espresso in **Megahertz**, quindi **0,0015** sono i **1.500 Hz** espressi in **Megahertz**. Infatti dividendoli per **1.000.000** si ottiene:

1.500 : 1.000.000 = 0,0015 Megahertz

Il segnale di **RF** dei **12 MHz** vedrà questa capacità da **1.000 pF** come se fosse una resistenza di soli **79,5 ohm**, quindi si scaricherà verso **massa** ed automaticamente verrà **eliminato**.

Il segnale di **BF** vedrà questa capacità come se fosse una resistenza di **106.000 ohm** quindi non riuscirà a scaricarsi a **massa** (vedi fig.279).

Nelle prossime **Lezioni**, quando vi proporremo di realizzare dei completi **ricevitori** in **AM**, noterete che dopo il diodo **raddrizzatore** c'è sempre questo **condensatore** collegato a **massa** che serve appunto per eliminare dal segnale **raddrizzato** il solo segnale di **alta frequenza** (vedi fig.278).

Il segnale di **bassa frequenza**, non potendo scaricarsi a **massa** per l'elevata **XC** del condensatore, potrà raggiungere i successivi stadi amplificatori **BF** senza alcuna attenuazione.

PER NON ATTENUARE un segnale RF

Per prelevare dal Collettore di un transistor amplificatore di **alta frequenza** (vedi **TR1**) il **massimo** segnale **RF**, occorre collegare in **serie** alla resistenza una **impedenza**.

Infatti se il Collettore di **TR1** risultasse alimentato da una resistenza da **1.000 ohm** ed il segnale amplificato avesse una frequenza di **88 Megahertz** parte del segnale **RF** si scaricherebbe sulla tensione **positiva** di alimentazione.
L'**impedenza** da **220 microhenry** collegata in **serie** a questa resistenza (vedi fig.281) offrirà con la sua **XL** un valore **ohmico** che potremo calcolare usando la formula:

XL ohm = 6,28 x MHz x microhenry
6,28 x 88 x 220 = 121.580 ohm

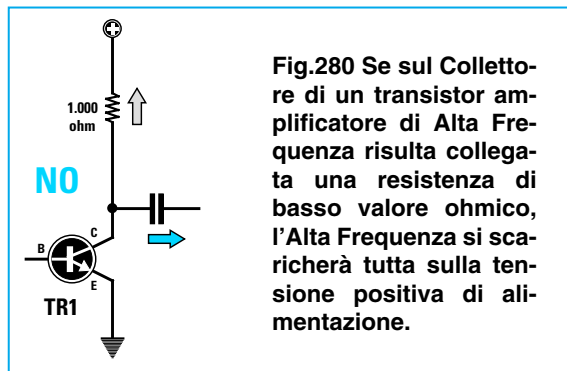



Fig.280 Se sul Collettore di un transistor amplificatore di Alta Frequenza risulta collegata una resistenza di basso valore ohmico, l'Alta Frequenza si scaricherà tutta sulla tensione positiva di alimentazione.

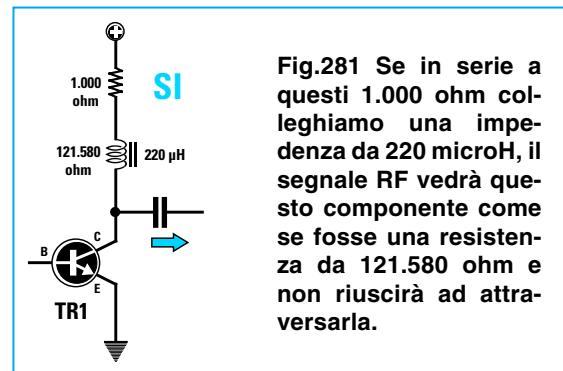



Fig.281 Se in serie a questi 1.000 ohm colleghiamo una impedenza da 220 microH, il segnale RF vedrà questo componente come se fosse una resistenza da 121.580 ohm e non riuscirà ad attraversarla.

CONTROLLO di TONI

La **reattanza** di un condensatore si può sfruttare in uno stadio di **BF** per **attenuare** le sole **note** degli **acuti**, cioè tutte le frequenze superiori ai **10.000 Hz**, collegando verso **massa** un condensatore da **22.000 pF** o di diverso valore (vedi fig.282).
Per capire come un condensatore possa **attenuare** le sole frequenze degli **acuti** sui **12.000 Hz** e non quelle delle note dei **medi** sugli **800 Hz** basta calcolare il valore **XC** per le due frequenze sopra citate utilizzando la formula:

XC ohm = 159.000 : (kHz x nanofarad)

Poiché la formula richiede che il valore della **frequenza** risulti espresso in **kilohertz** dobbiamo prima convertire le frequenze da **hertz** in **kilohertz** dividendole per **1.000**:

800 Hz : 1.000 = 0,8 kHz
12.000 Hz : 1.000 = 12 kHz

Poiché anche il valore della **capacità** deve essere espressa in **nanofarad** dividiamo **22.000 picofarad** per **1.000** ottenendo così:

22.000 : 1.000 = 22 nanofarad

Inserendo i valori già convertiti nella formula prima riportata otteniamo:

159.000 : (0,8 x 22) = 9.034 ohm
159.000 : (12 x 22) = 602 ohm

Quindi la frequenza di **0,8 kHz** vedrà questo condensatore come se fosse una resistenza da **9.034 ohm** collegata verso **massa**, mentre la frequenza di **12 kHz** vedrà questo condensatore come se fosse una resistenza di **602 ohm** collegata verso **massa**.
Poiché la **XC** per la frequenza di **12 kHz** è di soli **602 ohm** e per la frequenza di **0,8 kHz** è di **9.034 ohm**, tutte le **note acute** verranno maggiormente **attenuate** rispetto alle note basse.
Nei **controlli di tono** il **condensatore** viene sempre posto in serie ad un **potenziometro** per poter **regolare** il valore dell'attenuazione (vedi fig.283).

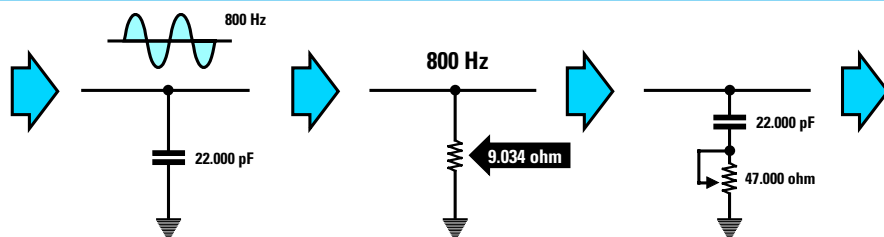



Fig.282 Un condensatore di adeguata capacità collegato verso "massa" è in grado di attenuare anche le frequenze Audio. Una capacità di 22.000 pF per una frequenza di 800 Hz avrà una XC di 9.034 ohm. Se in serie al condensatore colleghiamo un potenziometro, al valore XC del condensatore dovremo sommare anche quello del potenziometro, quindi le frequenze dei Medi/Bassi subiranno una minore attenuazione.

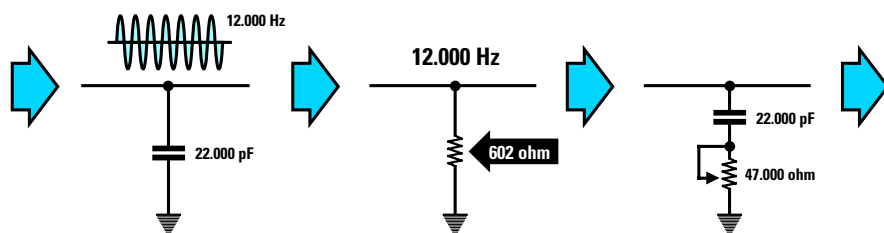



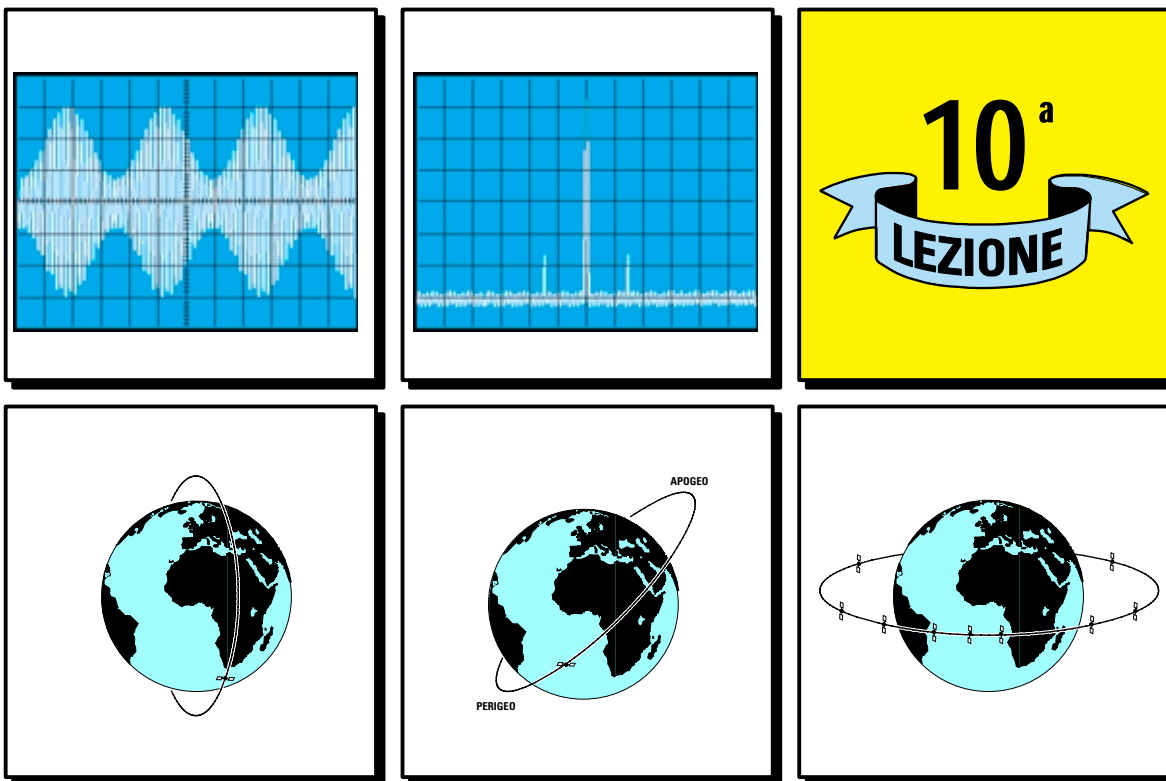
Fig.283 Quando su questo condensatore giungerà una frequenza Acuta di 12.000 Hz la XC del condensatore scenderà sui 602 ohm, quindi questa frequenza subirà una maggiore attenuazione rispetto alla frequenza degli 800 Hz. Ruotando il cursore del potenziometro noi riusciremo ad aumentare il valore ohmico XC del condensatore, quindi potremo dosare a nostro piacimento l'attenuazione delle sole frequenze Acute.

Avanti Indietro

Zoom Zoom

Indice

Sommario

 Esci

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

In questa **lezione** vi spiegheremo come si propagano le **onde radio** nello spazio. Scoprirete così che certe gamme di frequenze, ad esempio le **Onde Medie - Corte - Cortissime**, durante il giorno non riescono a raggiungere elevate distanze, mentre di **notte** possono raggiungere distanze di migliaia di chilometri perché **riflesse** verso terra dagli **strati ionizzati** dell'atmosfera.

Altre gamme di frequenze come quelle denominate **VHF** ed **UHF** quando incontrano questi **strati ionizzati** non vengono assorbite né riflesse e perciò proseguono liberamente verso lo spazio. Per questo motivo queste gamme vengono prescelte per comunicare con le **navicelle spaziali** ed anche per ricevere sulla Terra tutti i segnali **TV** trasmessi dai satelliti **Geostazionari**.

Completeremo la **lezione** spiegandovi in modo molto elementare cosa significa **modulazione** d'**ampiezza**, indicata con la sigla **AM**, e **modulazione** di **frequenza**, indicata con la sigla **FM**.

Apprenderete così che la parola **modulazione** significa applicare sopra un segnale di **alta frequenza** un segnale **audio** di **bassa frequenza** e che questa operazione permette di far giungere una **voce** o un **suono** a notevole distanza e ad una velocità di **300.000 km** al **secondo**.

In **ricezione** per separare il segnale **BF** dal segnale **RF modulato** si usa un normale diodo raddrizzatore per l'**AM** e due diodi in opposizione di polarità per la **FM**.

Fig.284 Le onde radio si irradiano dall'antenna trasmittente in ogni direzione. Le onde radio che seguono la superficie terrestre vengono chiamate "onde di terra" o di "superficie", quelle che si irradiano verso il cielo vengono chiamate "onde spaziali".

STRATI IONIZZATI dell'ATMOSFERA e PROPAGAZIONE delle ONDE RADIO

Il segnali di **radio frequenza** si irradiano dall'antenna **trasmittente** in tutte le direzioni e perciò alcuni segnali seguono la superficie **terrestre** ed altri si dirigono verso il **cielo** (vedi fig.284).

Le onde che allontanandosi dall'antenna si propagano seguendo la superficie della **terra** vengono comunemente chiamate **onde di terra** o di **superficie**.
Le onde che si propagano verso lo spazio, staccandosi nettamente dalla superficie terrestre, vengono chiamate **onde spaziali** e quelle che ritornano verso terra perché riflesse dagli **strati ionizzati** dell'atmosfera vengono comunemente definite **onde di cielo** oppure **onde riflesse**.

Le **onde di cielo** si generano perché ad un'altezza di circa **60 km** dalla Terra c'è la **ionosfera** suddivisa in più **strati ionizzati** che possono raggiungere un'altezza massima di **300 km** (fig.285).
Questi **strati** presentano la caratteristica di riuscire a **riflettere** certe gamme di frequenze radio nello stesso modo in cui fa uno **specchio** se colpito da un raggio di **luce**.

L'altezza degli **strati ionizzati** compresi in questa fascia, che da un **minimo** di **60 km** può raggiungere un **massimo** di **300 km**, non è costante, perché i diversi gas che compongono la ionosfera assorbono in modo diverso le **radiazioni solari**.

Come potete vedere in fig.285, durante le ore **diurne** i raggi ultravioletti emessi dal Sole formano attorno al nostro globo **4 fasce** di **strati ionizzati** denominati **D - E - F1 - F2**.

Lo **strato D**
è la fascia posizionata sui **60 - 80 km** circa.

Lo **strato E**
è la fascia posizionata sui **100 - 120 km** circa.

Lo **strato F1**
è la fascia posizionata sui **160 - 200 km** circa.

Lo **strato F2**
è la fascia posizionata sui **260 - 300 km** circa.

Durante le ore **notturne** lo strato **D** scompare e lo strato **F2** scende fino a congiungersi con lo strato inferiore **F1** (vedi fig.286).
Questo unico strato **notturno**, nato dalla fusione di **F1 + F2**, viene denominato strato **F**.

Gli **strati ionizzati** in grado di riflettere le **onde radio** verso la superficie terrestre sono soltanto quelli denominati **E** ed **F**.
Lo strato più basso della ionosfera, cioè il **D** che è presente solo nelle ore **diurne**, assorbe totalmente tutte le frequenze delle **Onde Medie - Corte** e **Cortissime**.
Queste onde radio non potendo raggiungere gli strati riflettenti **E - F** non possono essere **riflesse**.
Per questo motivo la propagazione a lunga distanza di queste onde non avviene mai durante il **giorno**, ma inizia solo poche ore dopo il **tramonto** del **sole** quando lo strato **D** scompare.
Durante le ore **diurne** la propagazione delle **Onde Medie - Corte - Cortissime** avviene soltanto tramite le **onde di terra** che però non riescono a coprire grandi distanze (vedi fig.287).

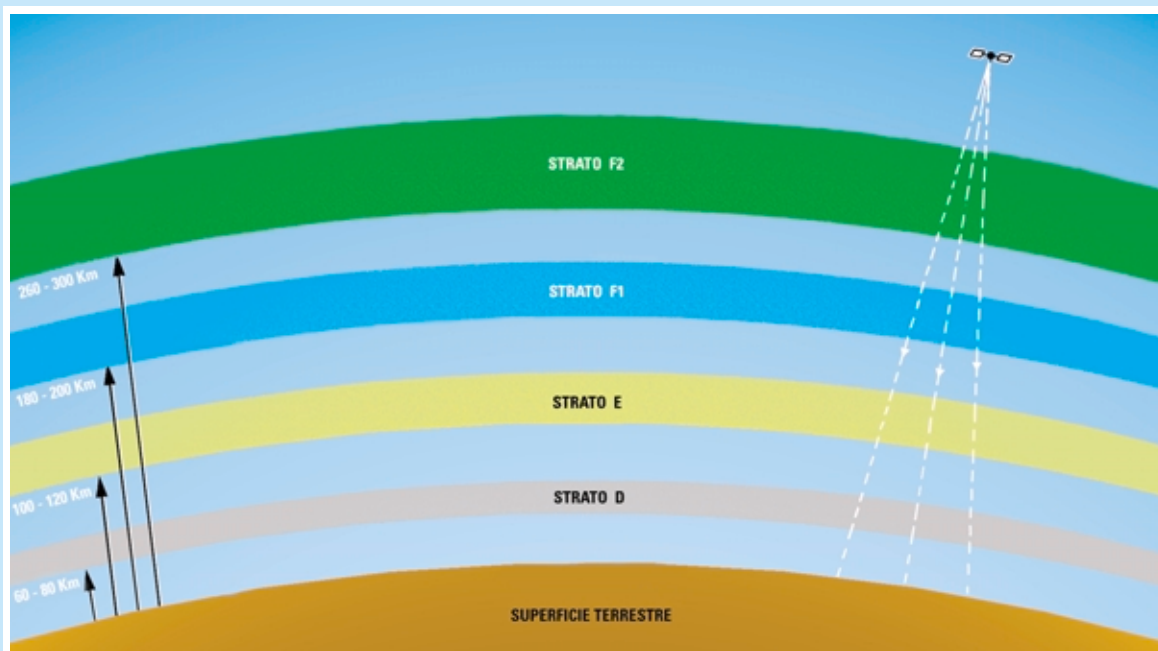



Fig.285 Durante le ore diurne sono presenti attorno al nostro globo 4 strati ionizzati collocati a diverse altezze chiamati D - E - F1 - F2. La fascia dello strato D, posta a 60 - 80 km, assorbe totalmente le Onde Medie - Corte - Cortissime che, non riuscendo a raggiungere gli strati riflettenti denominati E - F1 - F2, di giorno non vengono riflesse.

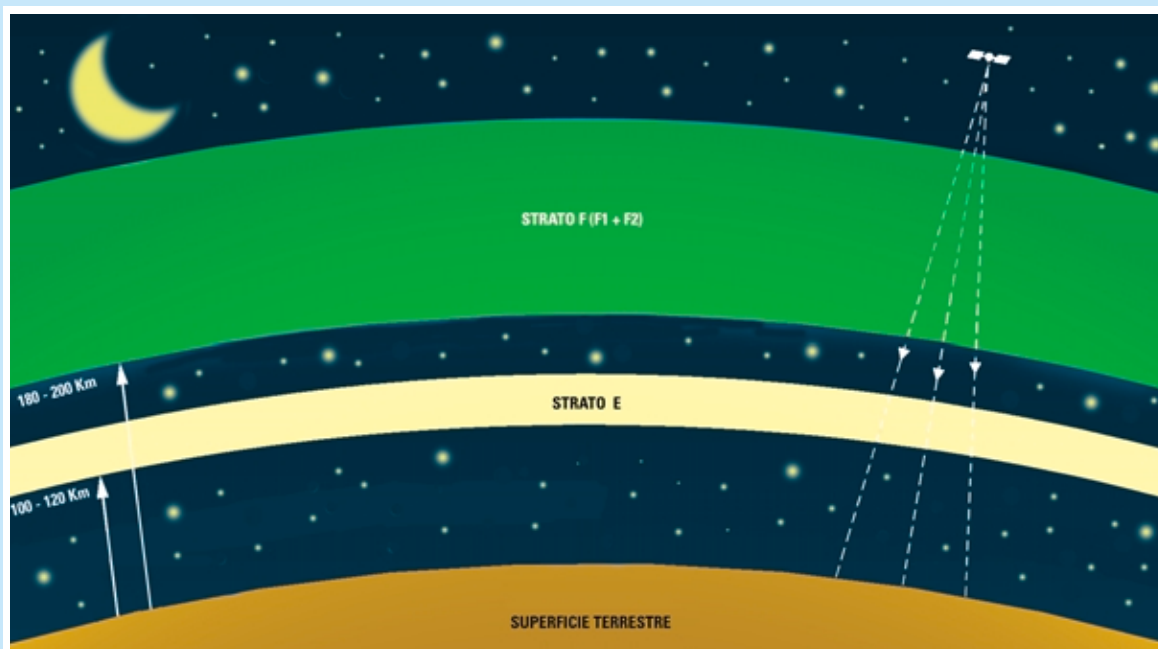



Fig.286 Durante le ore notturne lo strato D scompare e gli strati F2-F1 si congiungono formando un unico strato denominato F. Mancando lo strato D, che assorbiva le onde radio, queste riescono a raggiungere gli strati riflettenti E - F. Le frequenze VHF - UHF - SHF, riuscendo a “perforare” gli strati D - E - F, proseguono liberamente nello spazio.

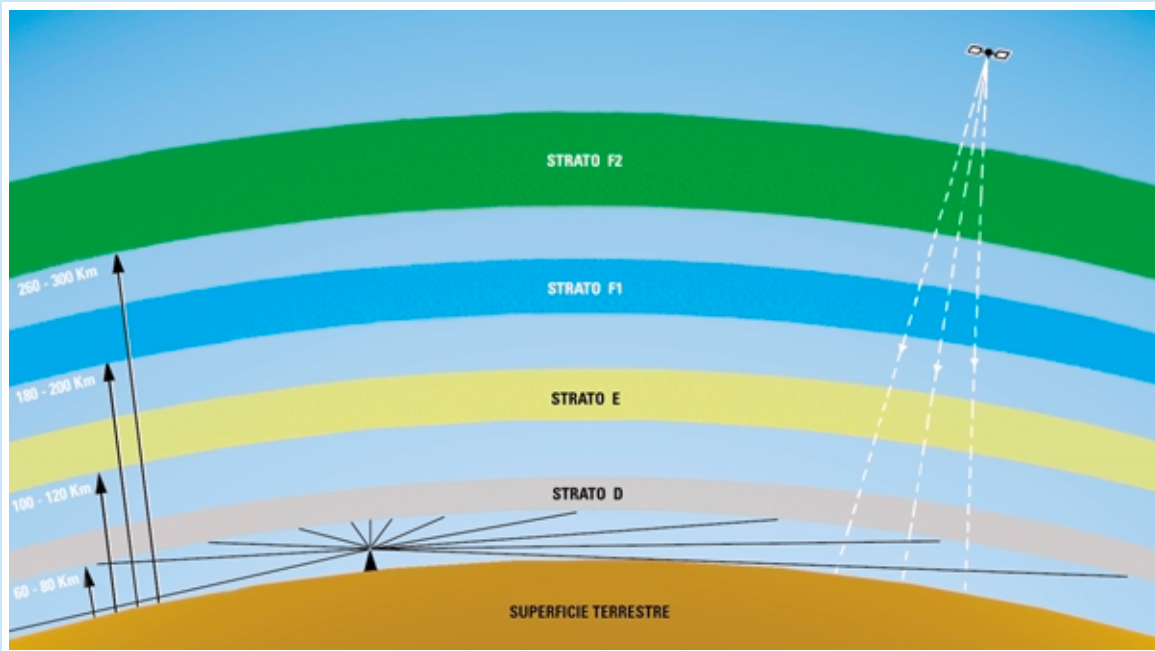



Fig.287 Nelle ore diurne le emittenti delle Onde Medie - Corte - Cortissime si riescono a captare solo tramite le "onde di terra". Riusciamo invece a ricevere anche di giorno senza nessuna attenuazione le emittenti dei Satelliti TV che utilizzano le frequenze VHF - UHF - SHF, perché queste riescono a "perforare" gli strati D - E - F1 - F2.

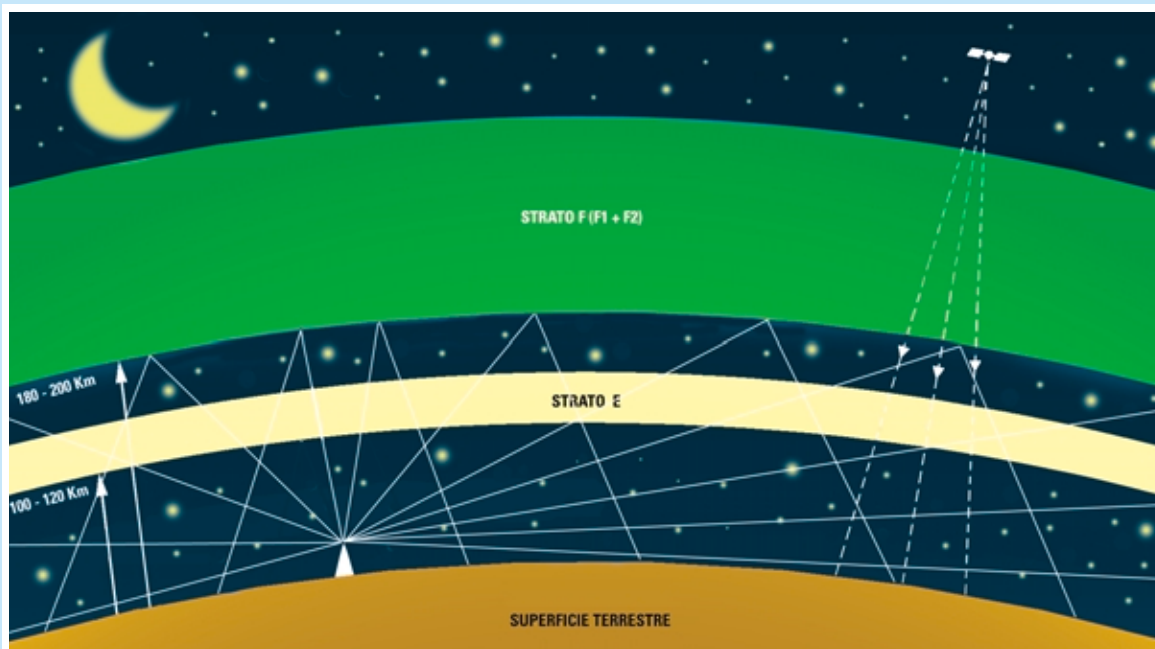



Fig.288 Quando nelle ore notturne lo strato D scompare, tutte le frequenze delle Onde Corte e Cortissime, riuscendo a raggiungere lo strato riflettente F, vengono nuovamente riflesse verso terra ed in questo modo riescono a raggiungere notevoli distanze. Le sole Onde Medie vengono riflesse dal primo strato E e raramente dallo strato F.

Nelle ore **notturne**, quando lo strato **D** scompare, queste **onde radio**, potendo raggiungere gli strati **E - F**, vengono nuovamente **riflesse** verso la superficie terrestre e possono così raggiungere distanze notevoli (vedi fig.288).
Le **onde riflesse** presentano però l'inconveniente di non essere **molto stabili** perché gli strati ionizzati variano continuamente la loro **altezza** provocando in tal modo il rapido e tipico fenomeno della **evanescenza** del segnale captato.
L'**evanescenza**, conosciuta anche con il nome di **fading**, si manifesta con una continua e lenta variazione d'**intensità** del segnale captato.
Quando si verifica questo fenomeno il segnale dell'emittente captata si **affievolisce** di continuo per ritornare dopo pochi secondi al **massimo** della sua intensità.
L'**evanescenza** avviene normalmente nelle prime ore serali e mattutine quando i raggi del **sole** iniziano ad influenzare gli strati **D - E - F1 - F2** presenti nella **ionosfera.**
Tenete inoltre presente che gli **strati ionizzati** vengono pure influenzati dalle **macchie solari** e dalle **tempeste magnetiche**, cioè da quelle variazioni del campo magnetico terrestre che causano le cosiddette **aurore polari**.

Alcune frequenze della gamma delle **Onde Cortissime** e precisamente quelle comprese tra i **20 MHz** e i **40 MHz** si comportano in modo totalmente diverso dalle altre frequenze, infatti per via **terra** non riescono a superare i **30 chilometri**.

Queste frequenze possono poi riapparire, tramite le **onde riflesse**, ad una distanza di oltre **1.000 km**.
Supponendo quindi che esista una emittente a **Roma** che trasmetta su queste frequenze, chi si trova a **Latina - Viterbo - Rieti** non riuscirà a captarla, mentre riuscirà a captarla con estrema facilità chi si trova a **Londra** o a **New York**.

La zona in cui risulta praticamente impossibile ricevere questi segnali viene chiamata **zona** di **silenzio** o **zona d'ombra**.

Per la gamma delle sole **Onde Medie** non esiste nessuna **zona d'ombra** perché dove non arrivano le **onde di terra** arrivano le **onde riflesse**.
A differenza delle **Onde Corte** e **Cortissime** infatti, le **Onde Medie** vengono **riflesse** verso terra dal primo **strato ionizzato E**, che si trova ad un'altezza di soli **100 - 120 km**.
E' proprio perché si possono ricevere sia di **giorno** sia di **notte** che le **Onde Medie** sono state scelte per la diffusione dei programmi regionali.

Di **notte** queste onde vengono riflesse contemporaneamente dallo **strato E** e dallo **strato F**, quindi solo di notte riusciamo a captare le molte emittenti **estere** poste anche a migliaia di chilometri di distanza da noi.

Abbiamo spiegato come si propagano le **Onde Medie - Corte - Cortissime**, ma non abbiamo ancora accennato a come si comportano le frequenze superiori a **100 MHz** chiamate **VHF - UHF - SHF** o onde **metriche** - **decimetriche** e **microonde**.
Quando queste frequenze incontrano gli **strati ionizzati D - E - F1 - F2** non vengono né assorbite né riflesse, ma proseguono liberamente verso lo spazio.
Se così non fosse non potremmo ricevere da terra i segnali irradiati dai **satelliti TV** posti nello spazio, né potremmo parlare con gli **astronauti** che viaggiano in una navicella spaziale.

Tutte le frequenze **VHF - UHF - SHF** irradiate da una trasmittente **terrestre** possono essere captate solo per via **diretta** e poiché la Terra è rotonda la loro portata diventa **ottica** (vedi fig.289).

Proprio per **aumentare** la loro portata **ottica**, tutte le **antenne trasmittenti TV** vengono installate in cima a montagne o comunque in punti molto elevati.
Anche le frequenze **VHF - SHF** irradiate dai **satelliti** posti nello **spazio** sono captate per via **diretta** direzionando la **parabola ricevente** verso i punti in cui questi satelliti risultano posizionati.

Le onde **UHF - VHF - SHF** che seguono la via terrestre presentano la caratteristica di poter essere facilmente **riflesse** o **rifratte** da una montagna o da un lago (vedi fig.291) e per questo motivo sono in grado di raggiungere zone in cui l'**onda diretta** non riuscirebbe mai ad arrivare.

MODULAZIONE dei SEGNALI RF

I segnali **RF** possono raggiungere distanze di centinaia e migliaia di chilometri ed essere captati tramite un'**antenna**, ma noi non riusciremo mai ad **udirli** perché il nostro **orecchio** non riesce a rilevare frequenze superiori a **20.000 Hertz**.
Eppure se accendiamo una radio noi riusciamo ad ascoltare **musica** e **parlato**, cioè tutti i segnali di **bassa frequenza** compresi nella gamma acustica dai **20 Hertz** ai **20.000 Hertz**.
A questo punto vi chiederete com'è possibile che un segnale di **alta frequenza** si trasformi in un segnale udibile di **bassa frequenza**.
La risposta è presto detta: i segnali di **RF** vengono usati nelle trasmissioni radio o televisive solo come **veicolo portante** per inviare ad una velocità di **300.000 km** al **secondo** un qualsiasi segnale di **bassa frequenza**.

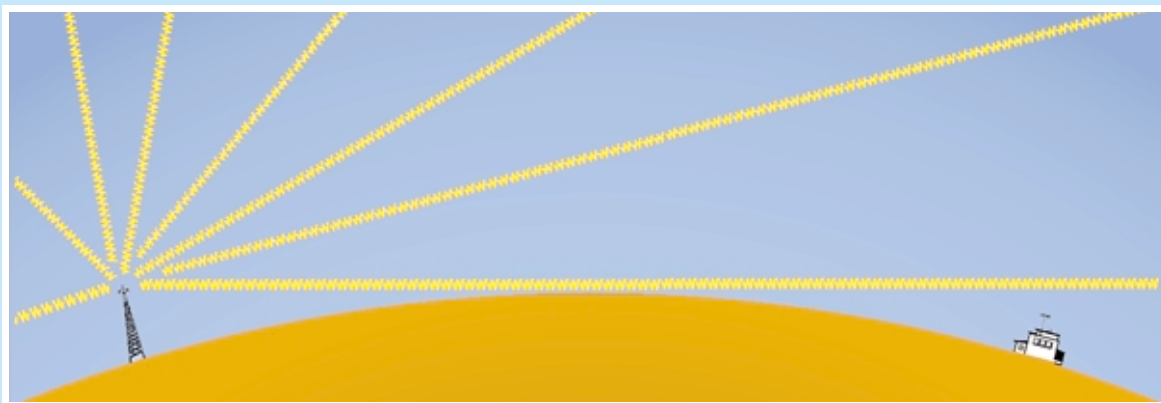



Fig.289 Tutte le frequenze VHF - UHF irradiate da una emittente TV terrestre possono essere captate solo tramite le "onde di terra" e poiché la Terra è rotonda la loro portata non riesce a superare quella "ottica". E' per questo motivo che le antenne trasmittenti vengono installate in cima ai monti così da poter raggiungere maggiori distanze.

Fig.290 Le "onde di terra" non seguono mai una linea retta, perché attirate verso il suolo dal campo magnetico terrestre. Un'antenna emittente posta ad un'altezza di 300 metri dal livello del mare ha un "orizzonte ottico" di circa 60 km, ma per effetto dell'attrazione del campo magnetico terrestre queste onde radio riescono a raggiungere distanze maggiori.

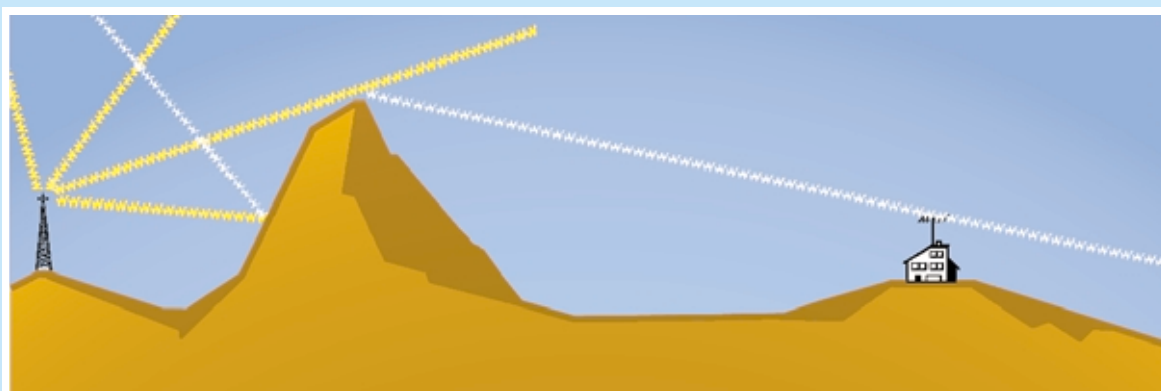



Fig.291 Le onde VHF - UHF presentano la caratteristica di poter essere riflesse - diffratte - rifratte se incontrano un ostacolo. In pratica si riflettono o si diffrangono come fa la luce con uno specchio e per questo motivo possono raggiungere zone in cui l'onda diretta non arriverebbe mai.

Per spiegare meglio il concetto di **veicolo portante** vi portiamo questo esempio.

Se volessimo far arrivare a **New York** dall'Italia con i suoi mezzi una **tartaruga** (segnale di **BF**), impiegheremmo degli anni.
Per farla arrivare in poco tempo c'è un solo sistema: caricarla su un veicolo molto veloce quale ad esempio un **aereo a reazione** (segnale di **RF**).

Allo stesso modo, per far giungere a notevole distanza e molto velocemente un qualsiasi segnale di **bassa frequenza** si è pensato di **caricarlo** sopra un segnale veloce come quello di **alta frequenza**, che è in grado di percorrere **300.000 km** al **secondo**.

Il segnale di **alta frequenza** che "trasporta" il segnale di **bassa frequenza** prende il nome di segnale **RF modulato**.

Un segnale di **alta frequenza** si può modulare in due diversi modi: in **ampiezza**, come si usa normalmente per le **Onde Medie - Corte**, oppure in **frequenza**, come si usa per le gamme **VHF - UHF**.

MODULAZIONE in AMPIEZZA

Per **modulare** un segnale in **ampiezza** si sovrappone il segnale di **bassa frequenza** (vedi fig.292) sul segnale di **alta frequenza** ottenendo così un segnale **RF** variabile in **ampiezza** che riproduce fedelmente la sinusoide del segnale di **bassa frequenza**.
Come potete notare nelle figg.292-293, il segnale **BF** risulta presente su entrambe le estremità del segnale di **alta frequenza**.

Una volta che un ricevitore ha captato un segnale di **alta frequenza** modulato in **ampiezza**, per prelevare da questo il solo segnale di **BF** lo deve "**tagliare**" a metà e per questo utilizza un semplice **diodo raddrizzatore** (vedi fig.295).

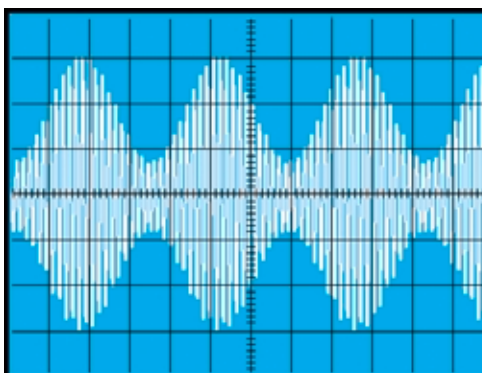



Fig.293 Se guardiamo con un Oscilloscopio un segnale RF modulato in AM possiamo vedere sulle sue estremità superiore ed inferiore la sinusoide del segnale di Bassa Frequenza modulante.

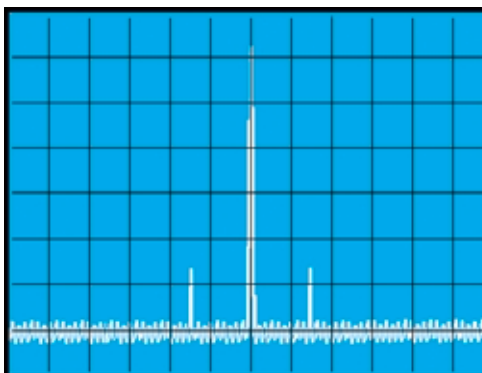



Fig.294 Se guardiamo lo stesso segnale RF con uno strumento chiamato Analizzatore di Spettro vedremo una frequenza centrale e le due frequenze laterali del segnale di Bassa Frequenza.

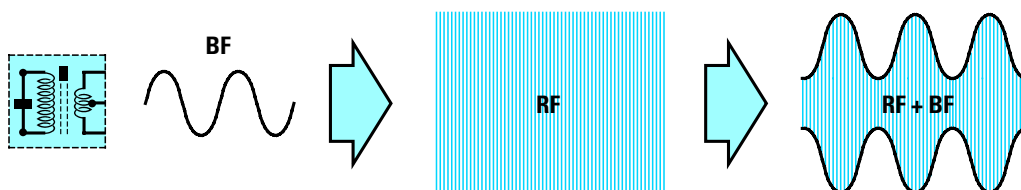



Fig.292 Per modulare in AM un segnale di Alta Frequenza occorre sovrapporre alla sua portante il segnale sinusoidale di Bassa Frequenza. Come potete notare, la sinusoide di BF si sovrappone automaticamente su entrambe le estremità del segnale di Alta Frequenza aumentando così l'ampiezza (vedi disegno a destra).

Il diodo collegato come visibile in fig.296 lascia passare le sole **semionde positive**.
Se invertiamo la sua polarità (vedi fig.297), passeranno le sole **semionde negative**.

Il segnale **raddrizzato** composto da una semionda **positiva** oppure da una semionda **negativa RF** con sovrapposto il segnale di **BF** si applica ad un piccolo **condensatore** che provvede a **scaricare** a massa gli eventuali **residui** del segnale di **alta frequenza**. In questo modo ritroviamo un segnale di **bassa frequenza** identico a quello che si è utilizzato per **modulare** il trasmettitore.
Questo tipo di modulazione, indicata con la sigla **AM** (**A**mplitude **M**odulation), mantiene **fissa** la frequenza del segnale **RF**, ma non la sua **ampiezza**.
La modulazione in **AM** presenta lo svantaggio di risultare **molto sensibile** ai disturbi elettrici ed alle scariche atmosferiche e di non essere ad **alta fedeltà** perché la massima frequenza **audio** che possiamo sovrapporre non può superare i **5.000 Hertz**.
Pertanto tutte le frequenze captate da un **microfono** o prelevate da un **disco** che risultano superiori a **5.000 Hz** vengono **soppresse** e perciò non riusciremo mai a riprodurre le frequenze dei **super acuti** dei **10.000 - 15.000 Hz**.

MODULAZIONE in FREQUENZA

La **modulazione** in **frequenza**, indicata con la sigla **FM** (**F**requency **M**odulation), viene così chiamata perché il segnale di **bassa frequenza** viene utilizzato per variare la **frequenza** del segnale **RF** e non la sua **ampiezza**, come avveniva nel caso precedente (vedi fig.298).
Rispetto alla modulazione **AM**, la modulazione **FM** presenta il vantaggio di essere immune ai **disturbi** perché il ricevitore **FM** rileva solo le **variazioni di frequenza** e qualsiasi disturbo che farebbe variare l'**ampiezza** del segnale **RF** viene automaticamente ignorato.
Un segnale in **FM** si può modulare in **frequenza** partendo da una frequenza minima di **20 Hz** fino a raggiungere un massimo di **20.000 Hz**.
Solo questo tipo di **modulazione** è in grado di riprodurre fedelmente tutta la banda **audio** e per questo motivo si utilizza per le trasmissioni **Hi-Fi**.
A questo punto viene spontaneo chiedersi perché, avendo tutti questi vantaggi, la modulazione **FM** si utilizza soltanto nelle gamme **VHF** e non sulle gamme delle **Onde Medie** e delle **Onde Corte**.
Il motivo è molto semplice: la **frequenza portante RF** quando viene **modulata** in **FM** copre una **banda** molto più ampia rispetto a quella occupata da

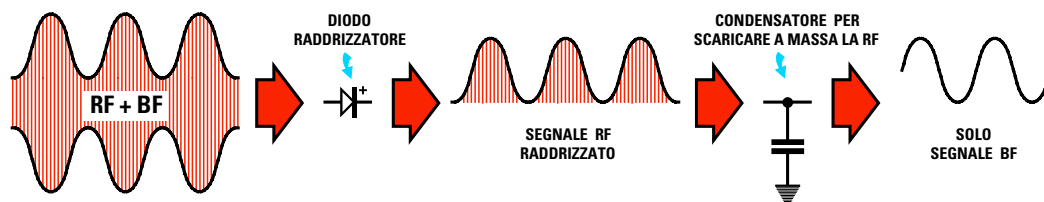



Fig.295 Per prelevare da un segnale RF modulato in Ampiezza il segnale di BF si utilizza un diodo che raddrizza una sola semionda RF con sovrapposto il segnale BF, poi si elimina il segnale RF con un condensatore di piccola capacità. In questo modo si ottiene un segnale di Bassa Frequenza identico a quello usato per la modulazione.

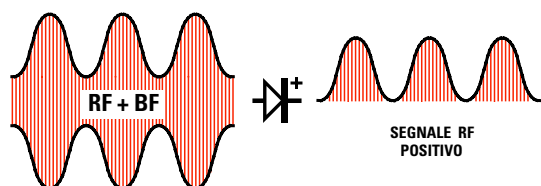



Fig.296 Se colleghiamo il diodo rivelatore in questo senso, dalla sua uscita preleveremo le sole semionde positive del segnale RF+BF. Il condensatore posto dopo il diodo (vedi fig.295) eliminerà il solo segnale RF e non quello BF.

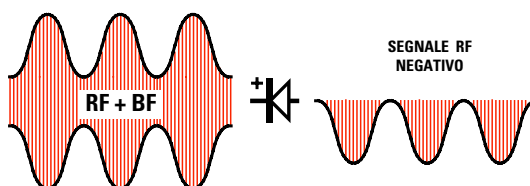



Fig.297 Se colleghiamo il diodo rivelatore in senso inverso, dalla sua uscita preleveremo le sole semionde negative del segnale RF+BF. Il condensatore posto dopo il diodo (vedi fig.295) eliminerà il segnale RF lasciandoci il solo segnale BF.

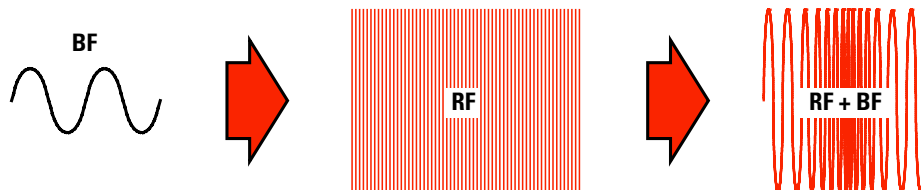



Fig.298 Per modulare in FM un segnale di Alta Frequenza le onde sinusoidali di Bassa Frequenza vengono sommate e sottratte alla "frequenza portante". In questo modo varia la frequenza, ma non la ampiezza. Una frequenza di 90 MHz modulata in FM si sposta da un minino di 89,98 MHz fino a un massimo di 90,02 MHz.

un segnale modulato in **AM**, quindi se venisse utilizzata sulle **Onde Medie** e sulle **Onde Corte** bisognerebbe ridurre di almeno un **70%** il numero delle stazioni trasmittenti già presenti per evitare che il segnale di una emittente interferisca con il segnale della emittente adiacente.

Se moduliamo una emittente che trasmette in **AM** sulla frequenza di **90 MHz**, pari a **90.000.000 Hz**, con un segnale di **BF** di **1.000 Hz**, la sua frequenza rimarrà **fissa** sui **90.000.000 Hz** e quella che varierà sarà la sola **ampiezza**.
Lo stesso dicasi se questa frequenza venisse modulata con un segnale di **BF** di **5.000 Hz**.

Se moduliamo una emittente che trasmetta in **FM** sulla stessa frequenza di **90 MHz**, pari a **90.000.000 Hz**, con segnale di **BF** di **1.000 Hz**, la sua frequenza **portante** si sposterà di **+/– 1.000 Hz** quindi coprirà una gamma compresa tra:

90.000.000 + 1.000 = 90.001.000 Hz
90.000.000 – 1.000 = 89.999.000 Hz

Vale a dire da **90,001 MHz** a **89,999 MHz**, occupando quindi una banda di **2.000 Hz**.

Se la moduliamo con un segnale di **BF** di **20.000 Hertz**, la sua frequenza si sposterà di **+/– 20.000 Hertz** quindi coprirà una **banda** compresa tra:

90.000.000 + 20.000 = 90.020.000 Hz
90.000.000 – 20.000 = 89.980.000 Hz

Vale a dire da **90,020 MHz** a **89,980 MHz**, occupando quindi una banda di **40.000 Hz**.
Il ricevitore per prelevare il solo segnale di **BF** da un segnale di **alta frequenza** modulato in **FM** utilizza un **rivelatore** composto da una **media frequenza**, provvista di un secondario con una **presa centrale**, e da due **diodi raddrizzatori**.
Su una delle estremità della **media frequenza** si collega il terminale **positivo** di un diodo e sull'op-

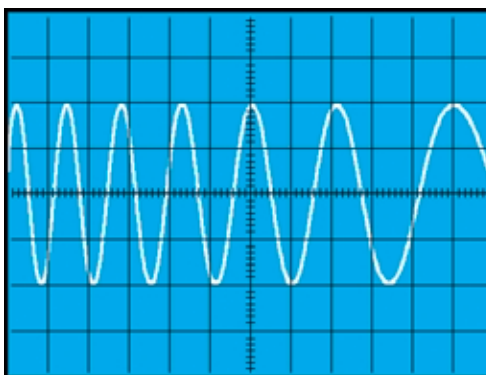



Fig.299 Se guardiamo con un Oscilloscopio un segnale RF modulato in FM vedremo che il segnale di Bassa Frequenza restringe ed allarga la frequenza dell'onda portante e non la sua ampiezza.

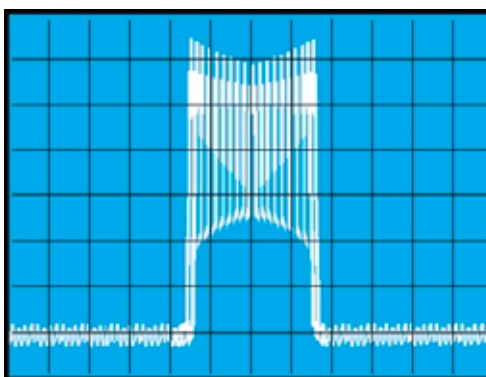



Fig.300 Se guardiamo lo stesso segnale RF con uno strumento chiamato Analizzatore di Spettro vedremo una frequenza centrale che si allargherà e si restringerà quando viene modulata con la BF.

posta estremità il terminale **negativo** del secondo diodo (vedi fig.302).
La presa **centrale** di questa **media frequenza**, come potete vedere nello schema elettrico di fig.302, risulta collegata tramite il condensatore **C1** sull'avvolgimento **primario**.

In **assenza** di modulazione i due diodi **raddrizzano** la portante del segnale di **alta frequenza** caricando così il condensatore elettrolitico **C4**, posto tra le due uscite, con una **tensione** che risulta proporzionale all'ampiezza del segnale captato.
Ammesso che il condensatore elettrolitico **C4** si sia caricato con una tensione di **1 volt**, tra il diodo **DS1** e la **massa** rileveremo una tensione di **0,5 volt positivi** e tra il diodo **DS2** e la **massa** una tensione di **0,5 volt negativi**, perché la presa centrale delle due resistenze **R1 - R2** risulta collegata a **massa**.

In **presenza** della modulazione i due diodi **sommano** e **sottraggono** alla tensione presente sul condensatore elettrolitico **C4** le **variazioni** di frequenza ed in questo modo sull'uscita ritroviamo una tensione **variabile**, che, raggiungendo un **massimo positivo** ed un **massimo negativo**, riproduce fedelmente l'**onda sinusoidale** di **BF** utilizzata per **modulare** in **FM** la portante del trasmettitore.

Per spiegarvi come i due **diodi** riescano a fornire una tensione **variabile**, dopo che hanno caricato il condensatore elettrolitico **C4** con il segnale della portante **RF**, utilizziamo gli schemi elettrici riportati nelle figg.303-304-305.

Se nello schema elettrico di fig.303 colleghiamo il terminale **positivo** di un voltmetro con lo **0 centrale** sul cursore del potenziometro da **20.000 ohm** e l'opposto terminale **negativo** sulla giunzione delle due resistenze **R1 - R2** da **10.000 ohm** poi alimentiamo il tutto con una pila da **9 volt**, che nel nostro esempio svolge la stessa funzione del condensatore elettrolitico **C4**, otteniamo queste tre condizioni:

– Ruotando il cursore del potenziometro a **metà corsa** sul suo terminale ritroveremo una tensione pari alla **metà** di quella fornita dalla pila, cioè **4,5 volt** (vedi fig.303).
Poiché l'opposto terminale del voltmetro è collegato sulla giunzione delle due resistenze **R1 - R2** in cui risulta presente **metà** tensione, cioè **4,5 volt**, il voltmetro non rileverà nessuna differenza di potenziale ed in queste condizioni la lancetta rimarrà ferma sullo **0 centrale**.

– Se spostiamo il cursore del potenziometro verso il **positivo** della pila (vedi fig.304), su questo terminale ritroveremo una tensione di **9 volt** e poiché questa tensione è maggiore rispetto ai **4,5 volt** presenti sull'opposto terminale collegato alle resistenze **R1 - R2**, la lancetta dello strumento devierà bruscamente verso **destra**.

– Se spostiamo il cursore del potenziometro verso il **negativo** della pila (vedi fig.305), su questo terminale ritroveremo una tensione di **0 volt**.
Poiché sull'opposto terminale, cioè quello collegato alle resistenze **R1 - R2**, risulta presente una tensione di **4,5 volt**, la lancetta dello strumento devierà bruscamente verso **sinistra**.

Quindi ruotando velocemente il perno del potenziometro in senso **orario** ed **antiorario** la lancetta dello strumento oscillerà verso il **massimo positivo** e **negativo** simulando fedelmente la forma di un'**onda sinusoidale** che, come sappiamo, è una tensione **alternata** composta da una **semionda positiva** e da una **negativa**.

Oggi la rivelazione di un segnale **FM** non viene più effettuata tramite due diodi, perché la moderna tecnologia ha realizzato degli appositi integrati che assolvono a questa specifica funzione.

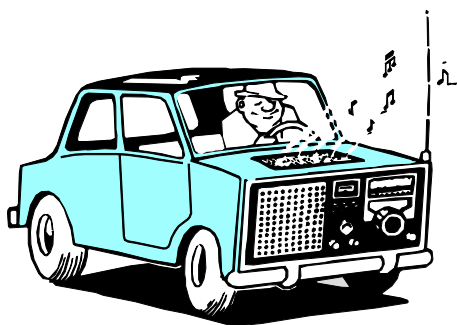



Fig.301 Viaggiando in auto con la radio sintonizzata su un'emittente Onde Medie riusciremo a sentirla per diverse centinaia di km tramite le "onde di terra". Se ci sintonizziamo su un'emittente che trasmette sui 88 - 108 MHz, cioè con la gamma VHF, riusciremo a sentirla fin dove arriva la sua portata "ottica".

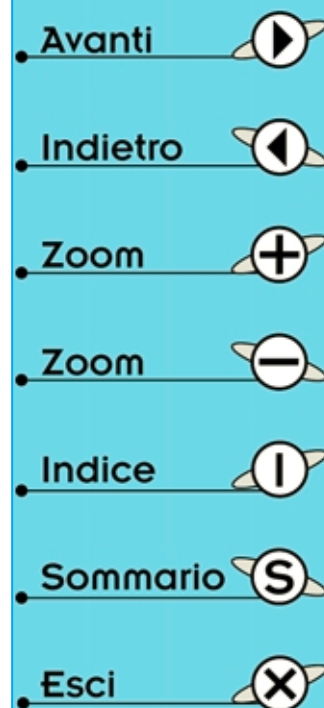
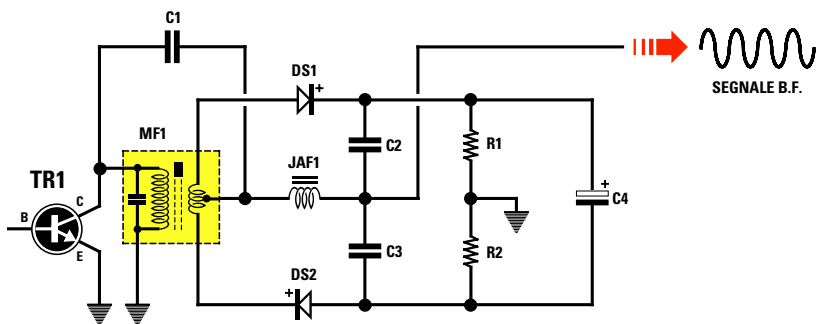



Fig.302 Per prelevare da un segnale modulato in FM il segnale di BF si collegano due diodi in opposizione di polarità su una Media Frequenza provvista di presa centrale. In assenza di modulazione i due diodi, raddrizzando la RF, caricano il condensatore elettrolitico C4 con una tensione. In presenza di modulazione i due diodi fanno variare questa tensione in modo da riprodurre fedelmente la sinusoide del segnale di BF.

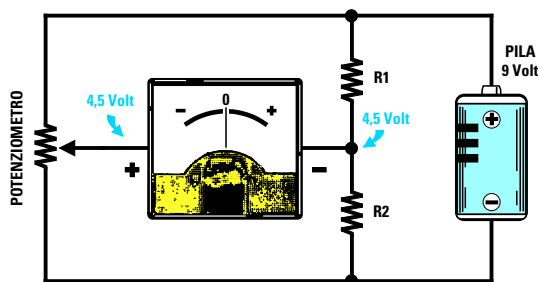



Fig.303 Per capire come il condensatore C4 possa fornire una tensione variabile potete realizzare questo semplice circuito. Quando il cursore del potenziometro è centrato, la lancetta dello strumento rimane al centro perché ai due lati dello strumento è presente lo stesso valore di tensione.

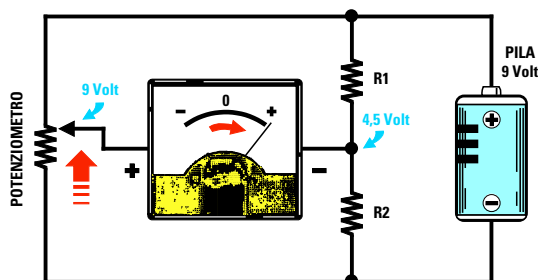



Fig.304 Se ruotiamo il cursore del potenziometro verso il positivo della pila la lancetta dello strumento devierà verso destra, perché sul terminale collegato al potenziometro sono presenti 9 volt, cioè una tensione maggiore rispetto a quella presente sulle resistenze R1 - R2 che risulta di 4,5 volt.

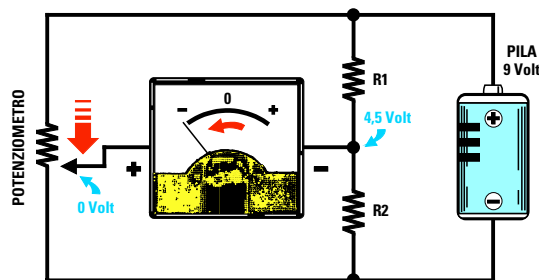



Fig.305 Se ruotiamo il cursore del potenziometro verso il negativo della pila la lancetta dello strumento devierà verso sinistra, perché sul terminale collegato al potenziometro sono presenti 0 volt, cioè una tensione minore rispetto a quella presente sulle resistenze R1 - R2 che risulta di 4,5 volt.

TRASMISSIONE via SATELLITE

Il **4 ottobre 1957** i russi lanciarono nello spazio una **sfera** del diametro di **58 cm** del peso di **83,6 kg** chiamata **Sputnik**, che iniziò a ruotare attorno alla Terra come un **satellite**, sfruttando i moti dello spazio ed il principio della gravitazione universale.

La notizia che un **satellite** stava orbitando intorno alla Terra sorprese e meravigliò tutta l'umanità e si capì subito che lo **Sputnik** apriva una nuova era con conseguenze imprevedibili.

Incoraggiati da questo successo il **3 novembre 1957** i russi misero in orbita lo **Sputnik 2**, un satellite della lunghezza di **8 metri** e del peso di **508 kg**, al cui interno era stato inserito il **primo** viaggiatore spaziale: **Laika**, una **cagnetta** siberiana.
La risposta degli americani a questi due avvenimenti non si fece attendere ed il **31 gennaio 1958** lanciarono nello spazio, da **Cape Canaveral**, un satellite chiamato **Explorer 1**.

Inizialmente tutti questi **satelliti** venivano utilizzati per semplici esperimenti spaziali, poi nel **1962 - 1963** si iniziarono a lanciare i primi satelliti attivi **geostazionari** in grado di ricevere e trasmettere simultaneamente conversazioni telefoniche, programmi televisivi, telefoto ecc.

Incoraggiati da questi successi sono stati messi in orbita numerosi **satelliti TV** e la ricezione e trasmissione via satellite si è perfezionata così velocemente che oggi, con una semplice **antenna parabolica**, noi possiamo ricevere programmi **televisivi** da paesi che non avremmo mai pensato che sarebbero potuti entrare in casa nostra.

Per riuscire a coprire altrimenti la vasta area che questi **satelliti** coprono occorrerebbero centinaia di **ripetitori terrestri** perché i segnali delle onde **VHF - UHF**, avendo una **portata ottica**, non riuscirebbero mai ad oltrepassare una collina o una montagna né a raggiungere **elevate** distanze a causa della **rotondità** della Terra.

Infatti poiché la linea dell'**orizzonte** si abbassa di circa **63 metri** ogni **100 km**, un'onda che segue una linea **retta** si perderebbe nello spazio.

I satelliti POLARI e GEOSTAZIONARI

Si sente spesso parlare di satelliti **polari** e **geostazionari** (vedi figg.309-310-311), ma non tutti sanno quale differenza esiste tra l'uno e l'altro tipo ed ancora oggi molti si chiedono come possano rimanere sospesi nello spazio senza ricadere sulla Terra sfidando la forza di gravità.

Per dare una risposta a questa domanda la soluzione più semplice è quella di spiegarla con un esempio.
Se diamo un calcio ad un pallone e lo mandiamo verso l'alto sappiamo che ricadrà a terra perché attratto dalla **forza** di **gravità**.

Se il pallone fosse di **ferro** per poterlo lanciare non si potrebbero più usare i piedi, ma occorrerebbe qualcosa in grado di fornirgli una sufficiente **velocità**, ad esempio un **cannone**.

Anche sparando una palla di **ferro** con un cannone, sappiamo che, dopo aver percorso qualche **chilometro**, ricadrebbe nuovamente al suolo.

Se installassimo il cannone su un aereo che potesse salire a **1.000 km**, dove l'**attrito** dell'aria non può più influenzare la sua traiettoria, la palla percorrerebbe **molti** chilometri prima di ricadere al suolo.

Se a questa palla venisse impressa una **spinta** così potente da percorrere in **linea retta** diverse **migliaia** di chilometri, proseguirebbe la sua corsa verso lo **spazio**, perché come si sa la Terra è **rotonda**.

Per riuscire a far **ruotare** questa palla attorno alla Terra occorre imprimerle una ben calcolata **velocità** in modo che la **forza** di **gravità** riesca ad abbassarla di circa **0,63 metri** ogni **chilometro**.
Solo in queste condizioni questa **orbiterebbe** circolarmente attorno alla Terra senza mai ricadere sulla sua superficie.

Allo stesso modo per mantenere in **orbita** un **satellite** occorre imprimergli una ben calcolata **velocità**.

Infatti se la velocità fosse **superiore** a quanto richiesto la **forza centrifuga** gli farebbe percorrere orbite sempre più **larghe** ed in questo modo sfuggirebbe all'attrazione terrestre.

**Fig.306 All'interno di un satellite sono presenti diversi ricevitori e trasmettitori.
Da Terra vengono inviati verso il satellite, con una grande antenna a parabola, tutti i programmi TV e le comunicazioni telefoniche per essere diffusi in ogni parte del mondo.**

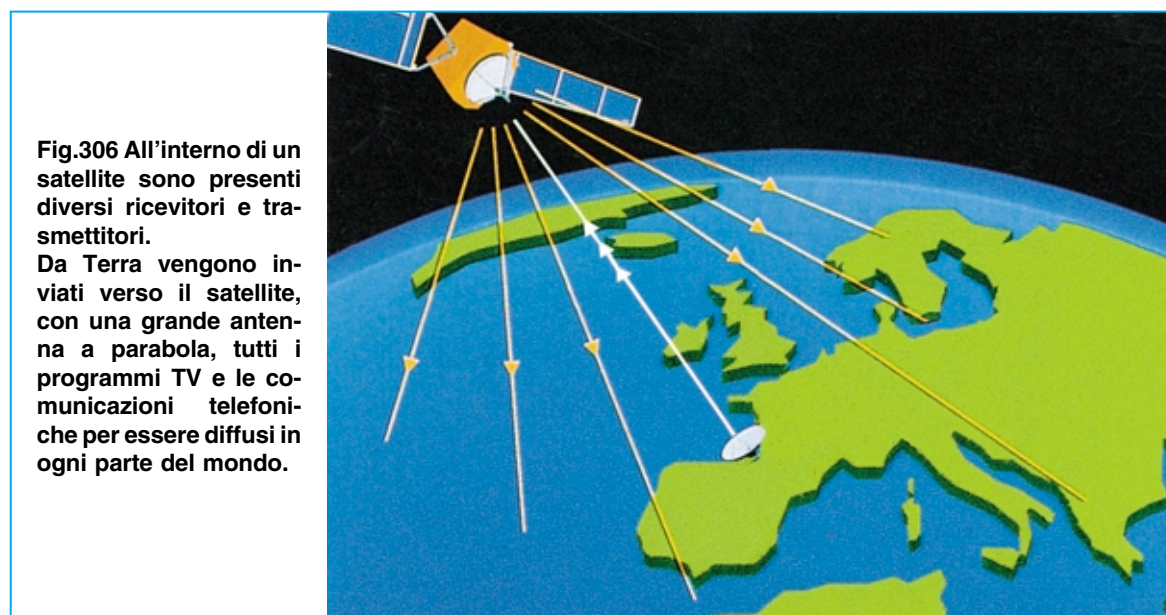
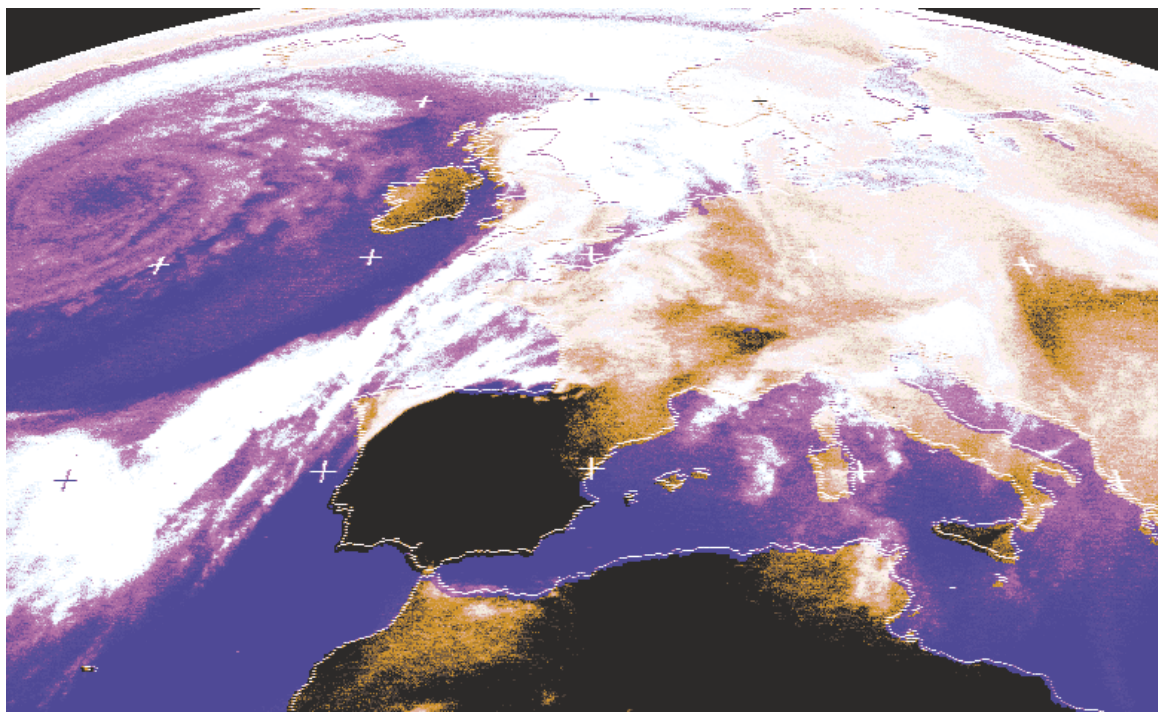



Fig.307 I satelliti Geostazionari, come ad esempio il satellite Meteosat, posti ad una distanza di 36.000 km vengono normalmente utilizzati per comunicazioni telefoniche, per diffondere programmi TV e per controllare le condizioni meteorologiche del pianeta.

Fig.308 I satelliti Polari vengono normalmente utilizzati a scopi militari. In questa foto si riescono a vedere quante navi stanno uscendo ed entrando in un porto. Usando dei teleobiettivi più potenti è addirittura possibile vedere quante auto circolano in una strada.

Fig.309 I satelliti Polari usati in meteorologia e per scopi militari ruotano attorno alla Terra con un'orbita circolare che passa sui poli Nord e Sud.
Questi satelliti, che viaggiano ad una velocità di 30.000 km/orari circa, si mantengono ad una distanza di 800 - 1.000 km.

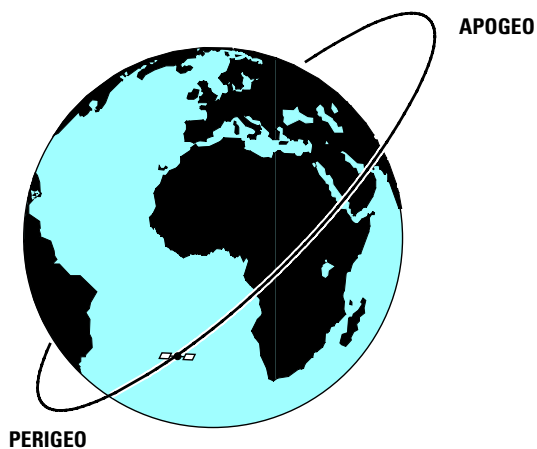
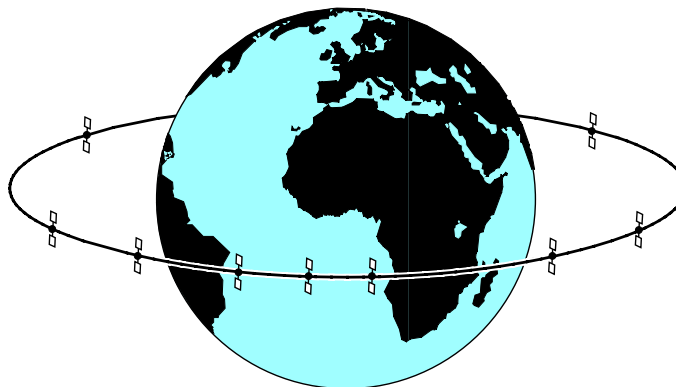



Fig.310 Esistono dei satelliti che ruotano attorno al nostro globo con un'orbita ellittica che non passa mai sui due Poli.
Il punto in cui il satellite passa molto lontano dal nostro globo è chiamato "Apogeo" ed il punto in cui passa molto vicino è chiamato "Perigeo"

Fig.311 I satelliti Geostazionari TV e Meteorologici sono tutti collocati sulla linea dell'Equatore ad una distanza di 36.000 km.
Questi satelliti, pur viaggiando ad una velocità di 11.000 km/orari, sembrano immobili perché ruotano alla stessa velocità della Terra.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Se la velocità fosse **minore** la **forza** di **gravità** lo attirerebbe verso la superficie terrestre.

La teoria prima, poi la pratica hanno dimostrato che un satellite riesce a mantenersi in **orbita** anche per **decine** di anni solo se viene collocato ad una distanza non inferiore a **300 km** dalla Terra.

Per questo motivo tutti i satelliti **Polari** ruotano attorno al nostro globo ad una distanza compresa tra gli **800** e i **1.000 km** ed i satelliti **Geostazionari** ad una distanza di **36.000 km** circa.

Dobbiamo far presente che la **velocità** di un satellite va calcolata in funzione della **distanza** dalla Terra e **non** del suo **peso**.

Quindi un satellite del peso di **1 chilogrammo** ed uno del peso di **900 chilogrammi** posti alla **stessa distanza** dalla Terra devono viaggiare alla **stessa velocità** per mantenersi in orbita.

I satelliti **Polari** posti ad una **distanza** compresa tra gli **800** ed i **1.000 km** ruotano attorno al nostro globo ad una velocità di circa **30.000 km** all'**ora**, mentre i satelliti **Geostazionari** posti a una **distanza** di **36.000 km** ruotano attorno al nostro globo ad una velocità di circa **11.000 km** all'**ora**.

Le ORBITE dei Satelliti

Un satellite può orbitare attorno alla Terra con moti rivoluzionari diversi rispettando sempre la legge della gravitazione universale.
I satelliti **Polari**, usati per scopi meteorologici e militari, ruotano attorno alla Terra passando sui due **poli** (vedi fig.309) oppure su un'orbita **inclinata** rispetto all'**equatore** come visibile in fig.310.
Poiché i satelliti **polari** compiono un giro completo in circa **2 ore** li possiamo ricevere solo due o tre volte al giorno.
Infatti, come sapete, la Terra ruota su se stessa compiendo un giro completo in **24 ore**.

I satelliti **Geostazionari**, utilizzati prevalentemente per le trasmissioni **TV** e in meteorologia (ad esempio il satellite **Meteosat**), sono tutti posti sulla linea dell'**equatore** e poiché ruotano ad una **velocità identica** a quella della Terra, li vediamo sempre nella stessa **posizione** anche se viaggiano a **11.000 km/h**.

La correzione della loro VELOCITA'

Anche se un satellite **Geostazionario** sembra da Terra **immobile** in un punto **fisso** del cielo, la sua **orbita** subisce delle continue e lente variazioni causate dalla forza gravitazionale della **Luna** e del **Sole**, quindi per mantenerlo su una posizione **fissa** ogni satellite è equipaggiato con apparati di controllo automatico che ne correggono, con dei piccoli getti di gas propellente, la **velocità** nel caso dovesse aumentare o rallentare.

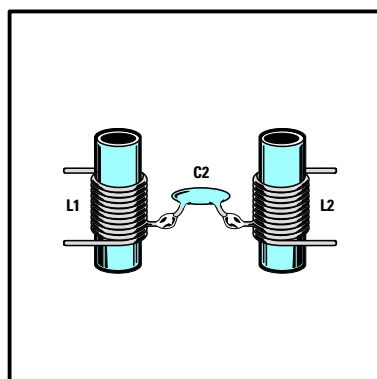
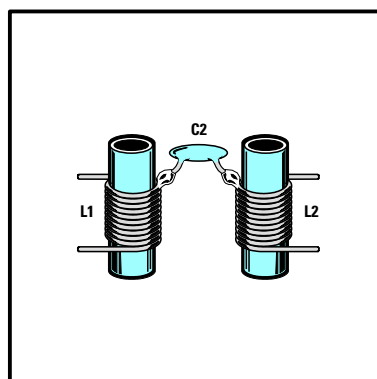
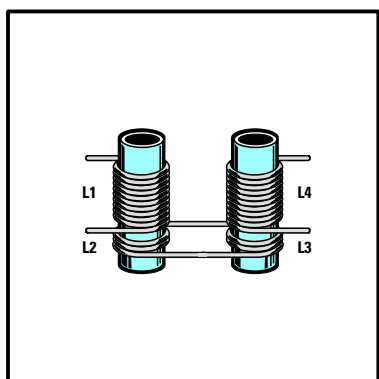
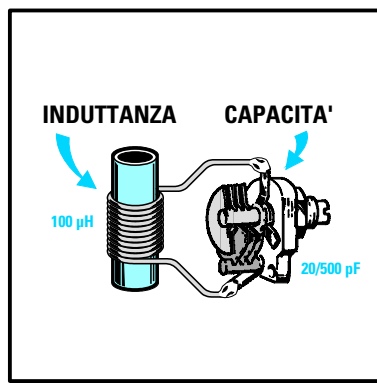
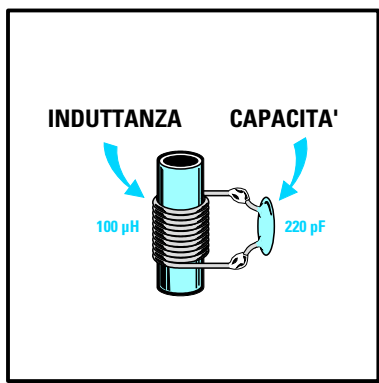
Una volta lanciato un satellite, questo va perennemente tenuto sotto controllo perché se la **velocità** dovesse **rallentare** entrerebbe in breve tempo nell'atmosfera disintegrandosi.
Se invece dovesse **accelerare** la forza centrifuga lo allontanerebbe dalla Terra e si perderebbe nello spazio siderale.

L'ECLISSE dei satelliti GEOSTAZIONARI

Tutti gli apparati elettronici presenti in un satellite, cioè **ricevitori**, **trasmettitori**, circuiti di **controllo**, vengono alimentati da **celle solari** e da **batterie** di **riserva** che entrano automaticamente in funzione ogniqualvolta il satellite entra nella **zona d'ombra** della Terra.
Contrariamente a quanto si potrebbe supporre il satellite **Geostazionario** riceve la **luce** del Sole anche nelle **ore notturne**.
Di questo potete avere una conferma semplicemente guardando di notte la **Luna**, che è sempre **illuminata**.
Comunque per **44 giorni** da **marzo** ad **aprile** e **44 giorni** da **settembre** ad **ottobre**, cioè nei periodi degli **equinozi** primaverili ed autunnali, il satellite è soggetto a continue **eclissi parziali** e **totali** per la durata di circa **1 ora**.
Quando l'ombra della Terra toglie la **luce** alle **celle solari** entrano automaticamente in funzione le **batterie** per alimentare tutte le apparecchiature elettroniche di bordo.

La TEMPERATURA del Satellite

Quando un satellite passa dalla luce del **Sole** all'ombra proiettata dalla **Terra** o viceversa la temperatura termica del suo corpo da **+100** gradi centigradi scende a **–60** gradi centigradi.
Potete quindi facilmente immaginare quale effetti disastrosi potrebbero provocare queste brusche variazioni termiche nelle apparecchiature elettroniche se queste non fossero adeguatamente protette con un circuito di condizionamento che mantenga costante la temperatura interna.

Con queste poche parole speriamo di avervi fatto comprendere quali problemi hanno dovuto risolvere scienziati e tecnici per lanciare nello spazio i **satelliti** che oggi utilizziamo per vedere i programmi **televisivi** e conoscere le condizioni **meteorologiche** del nostro globo.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Per selezionare una **sola** emittente tra le tante che trasmettono sulla gamma **Onde Medie** - **Corte** - **VHF** e **UHF** si utilizza un **circuito** di **sintonia** composto da una **induttanza** ed una **capacità**.

In questa **lezione** troverete tutte le **formule** per calcolare il valore dell'**induttanza** e della **capacità** così da accordare un **circuito** di **sintonia** su una ben precisa **frequenza**.

Vi spiegheremo inoltre la relazione che esiste tra **frequenza** e **lunghezza d'onda** e troverete le formule necessarie per poter convertire una frequenza espressa in **Hz - kHz - MHz - GHz** in una **lunghezza d'onda** in **metri** o **centimetri** e viceversa.

Abbiamo inserito in questa lezione diversi **esempi** di calcolo perché solo in questo modo è possibile capire come si devono usare le **formule** per risolvere problemi differenti.

Abbiamo poi notevolmente **semplificato** le **formule** per il calcolo delle **induttanze** e delle **capacità** in modo da poter svolgere i calcoli con una normale **calcolatrice tascabile**.

Anche se molti potranno criticare le nostre **formule semplificate** possiamo assicurarvi che all'atto **pratico** otterrete dei valori che si avvicinano maggiormente alla realtà, e questo è ciò che desidera un principiante che non sempre gradisce la **matematica** complessa.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

BASSA FREQUENZA ed ALTA FREQUENZA

Una tensione alternata può partire da una frequenza di **pochi hertz** e raggiungere anche una frequenza di qualche **miliardo** di **hertz**.
In funzione della loro **frequenza** le tensioni alternate si comportano in modo totalmente diverso le une dalle altre.

Le frequenze **inferiori** a **30.000 Hz** si possono trasferire a distanza solo utilizzando **due fili**, come ad esempio la tensione alternata dei **220 volt** utilizzata per l'impianto elettrico di casa, che ha una frequenza di **50 Hz**, oppure le tensioni utilizzate per far funzionare i telefoni, che hanno una frequenza variabile da **100** a **3.000 Hz**, oppure quelle utilizzate per far funzionare le Casse Acustiche di un amplificatore **Hi-Fi**, che hanno una frequenza variabile da **20** a **20.000 Hz**.

Le frequenze **superiori** a **30.000 Hz** si riescono a trasferire a notevole distanza senza utilizzare **nessun filo**, come scoprì **Marconi** nel lontano **1895** quando riuscì a trasmettere il **primo** segnale **radio** ad una distanza di circa **2 km** utilizzando una rudimentale antenna ricavata da una latta di petrolio.

Per irradiare un segnale di **alta frequenza** nello spazio occorre applicarlo ad un'**antenna irradiante** costituita da un comune filo di rame accordato sulla **frequenza** da trasmettere.

Da questa antenna il segnale di **alta frequenza** riesce a propagarsi in tutte le direzioni alla stessa velocità della luce, cioè a **300.000.000 metri** al **secondo** pari a **300.000 km** al **secondo**.

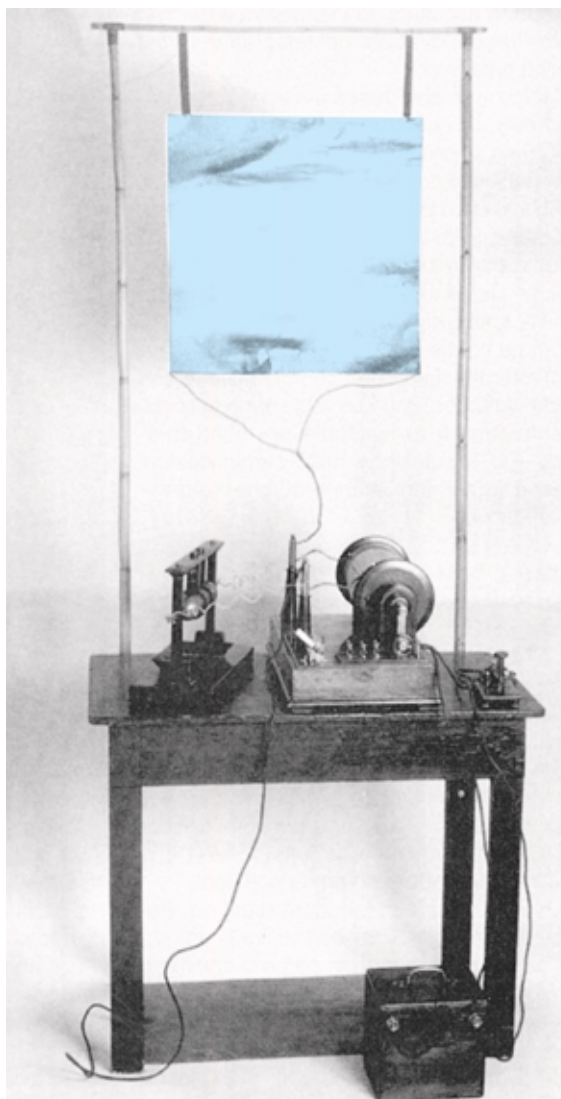



Fig.312 La trasmittente usata da Marconi per i suoi esperimenti era un semplice rocchetto di Ruhmkorff collegato ad una lastra metallica che fungeva da antenna.

Fig.313 Da questa finestra di villa Griffone a Pontecchio, un paese vicino a Bologna, Marconi inviò nella primavera del 1895 il suo primo segnale radio.
Il nome del paese fu poi cambiato in Sasso Marconi.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.314 Una radio moderna è in grado di ricevere le emittenti che trasmettono sulle onde Medie - Corte in AM e quelle che trasmettono in FM Stereo nella gamma VHF.
In molti ricevitori è installato anche un registratore a nastro oppure un Compact Disk.

Per **prelevare** dallo spazio i segnali di **alta frequenza** si utilizza un filo di rame che prende il nome di **antenna ricevente**.

Tutti i segnali captati dall'**antenna** vengono inviati ad un **circuito di sintonia** che provvede a selezionare **una sola frequenza** tra tutte quelle che si è riusciti a captare nello spazio.

Ammesso che l'antenna sia riuscita a captare diverse centinaia di emittenti e tra queste ci interessi ascoltare la musica della sola **emittente B** che trasmette sulla **frequenza** di **520.000 Hz**, dovremmo accordare il **circuito di sintonia** sui **520.000 Hz**, mentre se volessimo ascoltare una partita di calcio dalla **emittente A** che trasmette sulla **frequenza** di **2.400.000 Hz**, dovremmo accordare il **circuito di sintonia** sui **2.400.000 Hz**.

Se i segnali di **alta frequenza** non possedessero le caratteristiche di irradiarsi nello spazio in tutte le direzioni, di poter essere **captati** tramite un'antenna ed infine di poter essere selezionati tramite un **circuito di sintonia**, oggi non avremmo né la **radio** né la **televisione** e nemmeno i **telefoni cellulari**.

CIRCUITI DI SINTONIA

Se accendiamo una radio sulle **Onde Medie** e ci sintonizziamo sulla frequenza di **650 kilohertz**, il circuito interno della nostra radio selezionerà solo questa frequenza escludendo tutte le altre.

Se prendiamo una radio **FM** e ci sintonizziamo sulla frequenza di **101,5 Megahertz**, il circuito interno della nostra radio capterà solo quella emittente che trasmette sui **101,5 Megahertz**.

Fig.315 Le prime radio (1930-1938) potevano ricevere le sole emittenti che trasmettevano in AM sulle onde Lunghissime e Medie. Tutte queste vecchie radio avevano bisogno di una lunga antenna e di una buona presa di terra.

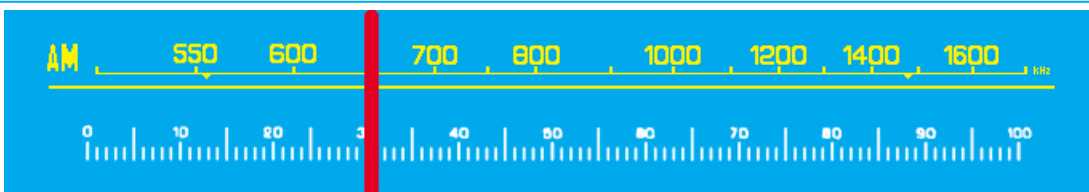



Fig.316 Quando in una radio AM portiamo il cursore sui 650 kHz, internamente un circuito composto da una bobina ed una capacità si sintonizza su questa esatta frequenza.

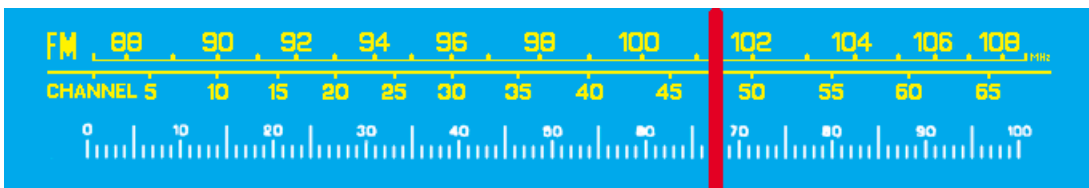



Fig.317 Quando in una radio FM portiamo il cursore sui 101,5 MHz un'altra bobina con in parallelo una diversa capacità si sintonizza su questa nuova frequenza di 101,5 MHz.

Anche quando accendiamo un televisore e desideriamo ricevere una delle tante emittenti che irradiano dei programmi **TV**, noi accordiamo il circuito di **sintonia** presente all'interno del televisore sulla stessa frequenza utilizzata dalla emittente.

Per poterci **sintonizzare** sulla frequenza desiderata occorre un circuito composto da una **induttanza** e da una **capacità** (vedi fig.318).

L'**induttanza** è in pratica una **bobina** composta da un certo numero di spire.

Più **spire** sono avvolte su questa bobina più **alta** è la sua induttanza espressa in **microhenry** e più **basse** sono le frequenze sulle quali possiamo sintonizzarci.

Meno spire sono avvolte sulla bobina più **bassa** è la sua induttanza sempre espressa in **microhenry** e più **alte** sono le frequenze sulle quali possiamo sintonizzarci.

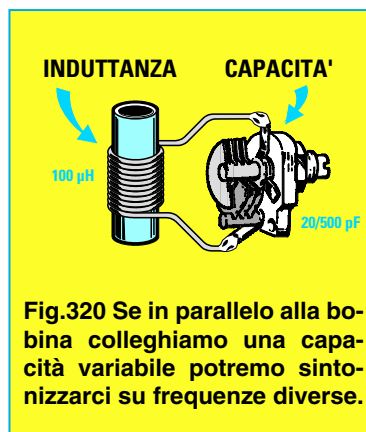
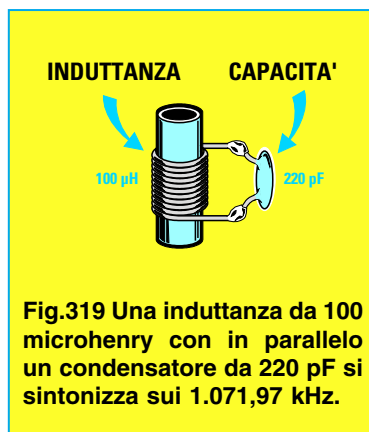
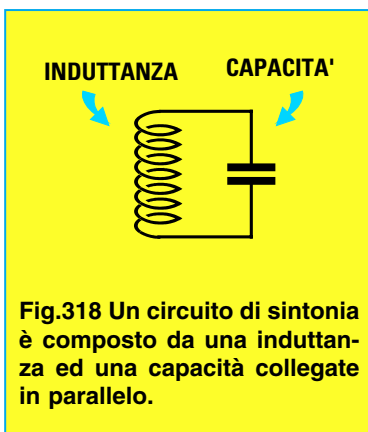
Anche se esistono delle formule per calcolare il valore **teorico** di una induttanza in **rapporto** al numero delle **spire**, tenete presente che queste non risultano sufficientemente affidabili, in quanto il valore in **microhenry** varia al variare del diametro del supporto, del diametro del filo di rame, della spaziatura tra spira e spira e del tipo di nucleo ferromagnetico inserito al suo interno.

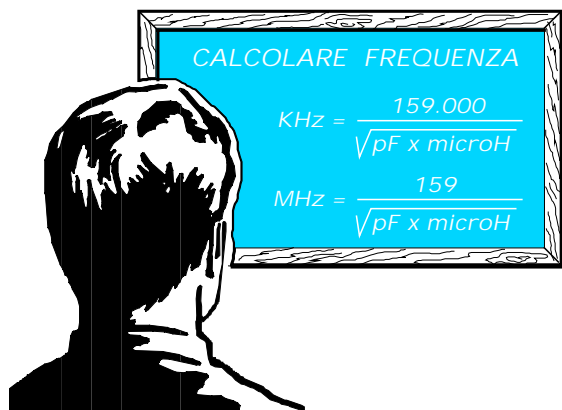
Essendo reperibili in commercio **induttanze** con quasi tutti i valori di **microhenry** richiesti basta scegliere tra queste quella che ha un valore più prossimo al valore desiderato.

Fino a pochi anni fa per la **capacità** da applicare in **parallelo** a questa bobina si utilizzavano dei **condensatori variabili**, ma oggi questi sono stati sostituiti dai **diodi varicap** che, avendo dimensioni molto ridotte, permettono di realizzare ricevitori **miniaturizzati**.

Fig.318 Un circuito di sintonia è composto da una induttanza ed una capacità collegate in parallelo.

Fig.319 Una induttanza da 100 microhenry con in parallelo un condensatore da 220 pF si sintonizza sui 1.071,97 kHz.

Fig.320 Se in parallelo alla bobina colleghiamo una capacità variabile potremo sintonizzarci su frequenze diverse.

Conoscendo INDUTTANZA e CAPACITÀ calcolare la FREQUENZA

Conoscendo il valore dell'**induttanza** e della **capacità** possiamo calcolare su quale **frequenza** riesce a sintonizzarsi un circuito utilizzando queste due formule:

Nota: tutte le formule che troverete non tengono conto della **tolleranza** dei componenti che si aggira in media su un **5%**, né delle capacità **parassite** dei fili di collegamento o delle piste in rame incise su un **circuito stampato**, quindi tra il calcolo **teorico** ed il risultato **pratico** rileverete sempre delle differenze.

Esempio: vogliamo conoscere su quale frequenza riusciamo a sintonizzare un circuito composto da una induttanza da **100 microhenry** e da un condensatore da **220 picofarad** (vedi fig.319).

Soluzione: se vogliamo conoscere la frequenza in **kilohertz** possiamo utilizzare la prima formula:

159.000 : $\sqrt{220 \times 100}$ = 1.071,97 kilohertz

Se invece vogliamo conoscerla in **Megahertz** possiamo utilizzare la seconda formula:

159 : $\sqrt{220 \times 100}$ = 1,07197 Megahertz

Esempio: applicando in parallelo ad una **induttanza** da **100 microhenry** un **condensatore variabile** (vedi fig.320) che presenta una capacità **minima** di **20 picofarad** tutto aperto e una capacità massima di **500 picofarad** tutto chiuso, vogliamo conoscere su quale gamma di frequenza in **kilohertz** riusciamo ad accordare questo circuito.

Soluzione: come prima operazione calcoliamo la frequenza sulla quale riusciamo a sintonizzarci utilizzando la capacità **minima** di **20 picofarad**:

159.000 : $\sqrt{100 \times 20}$ = 3.555 kHz

Come seconda operazione dobbiamo calcolare la frequenza sulla quale riusciamo a sintonizzarci utilizzando la capacità **massima** di **500 picofarad**:

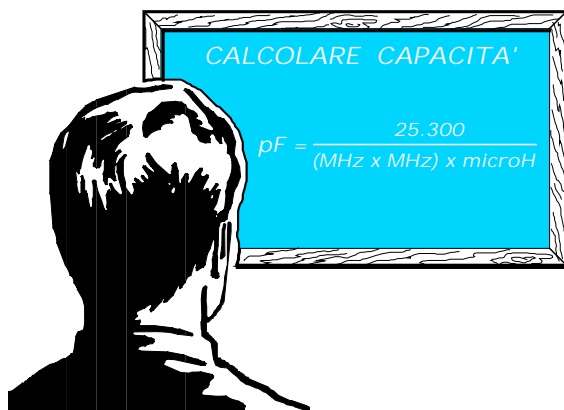
159.000 : $\sqrt{100 \times 500}$ = 711 kHz

Ruotando il **condensatore variabile** da tutto **aperto** a tutto **chiuso** noi possiamo sintonizzarci da una frequenza massima di **3.555 kHz** fino ad una frequenza minima di **711 kHz**.
Se volessimo conoscere la **lunghezza d'onda** in **metri** dovremmo utilizzare la formula:

Riusciremo quindi a ricevere le emittenti che trasmettono sulle **lunghezze d'onda** comprese tra **84,38 - 421,94 metri**:

300.000 : 3.555 = 84,38 metri
300.000 : 711 = 421,94 metri

Conoscendo FREQUENZA e INDUTTANZA calcolare la CAPACITÀ

Conoscendo il valore di una **induttanza** ed il valore della **frequenza** sulla quale vogliamo **sintonizzarci** possiamo calcolare il valore della **capacità** in **picofarad** da collegare in parallelo utilizzando questa formula:

Nota: per rendere più comprensibile la formula anziché riportare **MHz** elevato al **quadrato** abbiamo preferito scrivere **MHz x MHz**.

Esempio: ammesso di avere a disposizione una **induttanza** da **0,4 microhenry** e di voler realizzare un circuito di sintonia in grado di captare una **emittente FM** che trasmetta sulla frequenza di **89 MHz**, vorremmo conoscere quale **capacità** applicare in **parallelo** all'induttanza.

Soluzione: inserendo nella formula **CALCOLARE CAPACITA'** (vedi pagina precedente) i dati in nostro possesso otteniamo:

25.300 : [(89 x 89) x 0,4] = 7,98 picofarad

Come già accennato, la prima operazione da compiere è quella di elevare al **quadrato** il valore della frequenza:

89 x 89 = 7.921

Moltiplichiamo poi il numero ottenuto per il valore della **induttanza**, cioè per **0,4 microhenry**:

7.921 x 0,4 = 3.168

Dopodiché dividiamo **25.300** per questo risultato:

25.300 : 3.168 = 7,98 picofarad

Poiché non riusciremo mai a reperire una capacità di **7,98 picofarad**, potremo applicare in parallelo all'induttanza un **compensatore capacitivo** da **3** a **20 picofarad**, poi con un cacciavite ruoteremo il suo cursore fino a quando non riusciremo a captare l'emittente che trasmette sugli **89 MHz**.
Questo **compensatore** posto in parallelo alla **bobina** (vedi esempio in fig.320) ci permette inoltre di correggere tutte le **tolleranze** e le **capacità parassite** presenti nel circuito.

Esempio: in possesso di una **induttanza** da **180 microhenry** vogliamo conoscere quale **capacità** dobbiamo collegarle in parallelo per poterci sintonizzare sulla gamma delle **onde medie** dei **1.250 kilohertz**.

Soluzione: poiché la nostra formula richiede che il valore della frequenza risulti espresso in **MHz** dobbiamo prima convertire i **1.250 kHz** in **MHz** dividendoli per **1.000**:

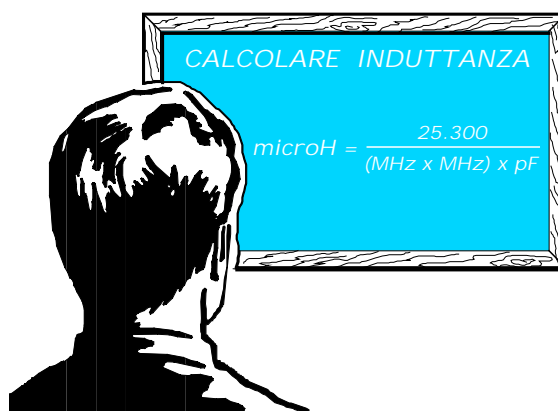
1.250 : 1.000 = 1,25 MHz

Poi inseriamo questo valore nella formula **CALCOLARE CAPACITA'** ottenendo:

25.300 : [(1,25 x 1,25) x 180] = 89,95 pF

Poiché questo valore di capacità non è reperibile, possiamo usare un **compensatore capacitivo** che vari la sua capacità da un **minimo** di **40 pF** fino ad un massimo di **100 pF**.

Conoscendo FREQUENZA e CAPACITÀ calcolare l'INDUTTANZA

Conoscendo il valore di una **capacità** ed il valore della **frequenza** sulla quale vogliamo sintonizzarci possiamo calcolare il valore della **induttanza** in **microhenry** utilizzando questa formula:

Esempio: ammesso di avere a disposizione un **condensatore variabile** che tutto aperto presenta una capacità di **10 pF** e tutto chiuso una capacità di **60 pF** vogliamo conoscere che valore di **induttanza** utilizzare per poterci sintonizzare sulla frequenza delle Onde Corte **7 MHz**.

Soluzione: per calcolare il valore della induttanza dobbiamo prendere il **valore medio** del compensatore che è di:

(60 - 10) : 2 = 25 picofarad

Inserendo nella formula i dati in nostro possesso otteniamo:

25.300 : [(7 x 7) x 25] = 20,65 microhenry

Ammesso di reperire una induttanza da **15 microhenry** dovremo poi controllare se il **compensatore** in nostro possesso ci permette di sintonizzarci sulla frequenza di **7 MHz**.

25.300 : [(7 x 7) x 15] = 34,42 picofarad

Poiché la capacità massima di questo compensatore arriva sui **60 picofarad**, non incontreremo problemi a sintonizzarci sulla frequenza desiderata dei **7 MHz**.

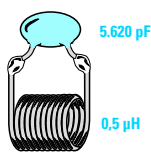
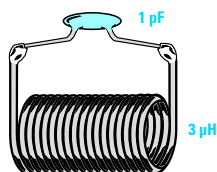
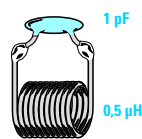
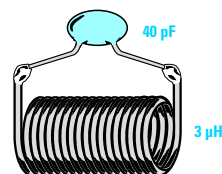



Fig.321 Anche se i calcoli teorici ci confermano che i circuiti composti da una piccola bobina con una elevata capacità oppure una grande bobina con una piccola capacità si riescono a sintonizzare su qualsiasi frequenza, per ottenere un circuito efficiente e molto selettivo occorre rispettare un certo rapporto tra microhenry - picofarad - frequenza.

RAPPORTO INDUTTANZA/CAPACITÀ

Sebbene i calcoli **teorici** ci confermino che utilizzando una **piccolissima induttanza** ed una **mastodontica capacità** o **viceversa** è possibile sintonizzarsi su qualsiasi **frequenza**, in pratica se non rispettiamo una certa proporzione tra **induttanza** e **capacità** non riusciremo mai ad ottenere un efficiente circuito di sintonia.

Se ad esempio prendessimo una bobina da **0,5 microhenry** e con la formula:

pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x microhenry]

calcolassimo quale **capacità** occorre applicare in parallelo a questa bobina per accordarsi sui **3 MHz**, otterremmo un valore di **5.622 picofarad**, cioè un valore spropositato (vedi fig.321).

Se calcolassimo quale **capacità** occorre applicare in parallelo ad una bobina da **3 microhenry** per accordarsi sui **90 MHz** otterremmo **1 picofarad**, cioè un valore irrisorio.

Per ottenere un circuito accordato **efficiente** è necessario rispettare un certo **rapporto** tra il valore della **induttanza** e quello della **capacità** rispetto alla **frequenza** sulla quale desideriamo sintonizzarci.

Per spiegarvi perché è assolutamente necessario rispettare questo **rapporto** portiamo l'esempio del **sale**, dell'**acqua** e del cuoco.

Se un cuoco mette sui fornelli una pentola con **1 litro** d'**acqua**, per cuocere la minestra verserà al suo interno una piccola quantità di **sale**, perché sa che una quantità maggiore renderebbe la sua minestra **troppo salata** e dunque immangiabile.

Se mette sui fornelli un pentolone con **20 litri** d'**acqua**, per preparare il pranzo ad una comitiva verserà al suo interno molto più **sale** perché sa che se usasse la stessa quantità utilizzata per **1 litro** d'**acqua** la minestra rimarrebbe **insipida**.

Per scegliere un valore d'**induttanza** adeguato alla **frequenza** sulla quale vogliamo sintonizzarci possiamo utilizzare in linea di massima i valori riportati nella **Tabella N.17**.

TABELLA N.17

Frequenza da sintonizzare	Valore induttanza in microhenry
da 150 a 100 MHz	0,1 min. - 0,3 max
da 100 a 80 MHz	0,2 min. - 0,4 max
da 80 a 50 MHz	0,4 min. - 1,0 max
da 50 a 30 MHz	1,0 min. - 3,0 max
da 30 a 15 MHz	3,0 min. - 7,0 max
da 15 a 7 MHz	10 min. - 20 max
da 7 a 3 MHz	20 min. - 80 max
da 3 a 1 MHz	60 min. - 100 max
da 1 a 0,5 MHz	150 min. - 500 max

Esempio: abbiamo tre **induttanze** che hanno questi diversi valori **2 microhenry - 5 microhenry - 10 microhenry**.
Vorremmo utilizzarne una per realizzare un circuito che si sintonizzi sui **20 MHz** e quindi vogliamo sapere quale delle tre induttanze scegliere e poi calcolare il valore della **capacità** da collegarle in parallelo.

Soluzione: guardando la **Tabella N.17** notiamo che l'induttanza più appropriata è quella che ha un valore di **5 microhenry**.
Per calcolare il valore della **capacità** usiamo la formula:

pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x microhenry]

Come prima operazione eleviamo al quadrato il valore dei **MHz**: **20 x 20 = 400**.

Inserendo il risultato nella nostra formula otteniamo il valore della **capacità**:

25.300 : (400 x 5) = 12,65 picofarad

Accoppiamento INDUTTIVO e CAPACITIVO

Per trasferire il segnale captato dall'**antenna** alla **bobina di sintonia** si può utilizzare un accoppiamento **induttivo** oppure uno **capacitivo**.
Per fare un accoppiamento **induttivo** basta avvolgere **2 - 4 spire** sulla bobina di sintonia sul lato delle spire collegate verso **massa** (vedi fig.323).

Per fare un accoppiamento **capacitivo** basta collegare il segnale sul lato dell'avvolgimento **superiore** (vedi fig.324) ricordandosi di usare una **capacità** di pochi picofarad (**2 - 4,7 - 10**) perché utilizzando delle capacità troppo elevate queste si **sommeranno** a quella del condensatore **variabile** modificando il **rapporto** induttanza/capacità.

PRESA INTERMEDIA sulla BOBINA

Negli schemi elettrici di diversi **ricevitori** (durante questo corso vi proporremo diversi circuiti) il segnale viene spesso prelevato da una **presa intermedia** della bobina oppure dalla sua **estremità**.
Ma quale vantaggio procura prendere il segnale da una presa intermedia oppure dalla sua estremità?
Per spiegarvelo abbiamo paragonato la **bobina di sintonia** ad un avvolgimento **secondario** di un **trasformatore** di alimentazione (vedi fig.329).

Se, ad esempio, un trasformatore della **potenza** di **5 watt** è in grado di fornirci sul secondario una tensione di **1 volt** per ogni **spira avvolta**, è ovvio che avvolgendo **100 spire** ai suoi capi preleveremo una tensione di **100 volt**.

Nota: il valore di **1 volt x spira** è **teorico** ed è stato usato solo per semplificare i calcoli e rendere così l'esempio più semplice. Per sapere come calcolare il numero di spire per volt potete leggere la **Lezione N.8**.

Se sull'avvolgimento da **100 spire** facciamo due **prese**, una alla **50° spire** ed una alla **10° spira**, è ovvio che su queste preleveremo una tensione di **50 volt** e di **10 volt** (vedi fig.329).
Poiché la **potenza** del trasformatore risulta di **5 watt**, al variare della **tensione** varierà di conseguenza la **corrente massima**, come ci conferma la **Legge di Ohm**:

amper = watt : volt

Infatti se proviamo a calcolare il valore della **corrente** vediamo che sulle tre prese di **100 - 50 - 10 volt** potremo prelevare:

5 watt : 100 volt = 0,05 amper
5 watt : 50 volt = 0,1 amper
5 watt : 10 volt = 0,5 amper

Quindi se preleviamo **più tensione** avremo disponibile **meno corrente**, se preleviamo **meno tensione** avremo disponibile **più corrente**.

Questa regola vale anche per una **bobina di sintonia**, sebbene su questa non ci siano **volt - amper - watt**, ma dei valori notevolmente inferiori valutabili in **microvolt - microamper - microwatt**.
Quindi se preleviamo il segnale sull'estremità superiore dell'avvolgimento avremo una **elevata ten-**

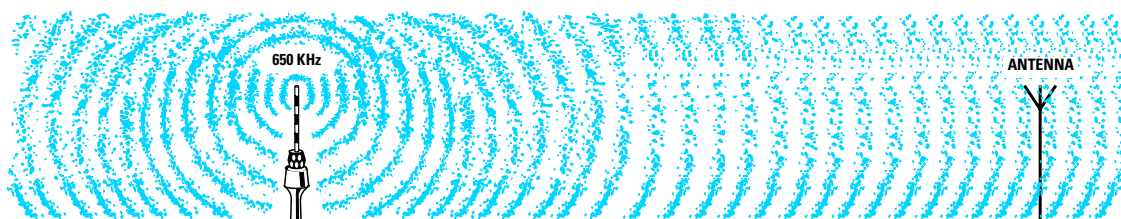



Fig.322 Per captare una emittente dovremo sintonizzare il nostro ricevitore, composto da una bobina ed una capacità, sull'esatta frequenza utilizzata per la trasmissione.

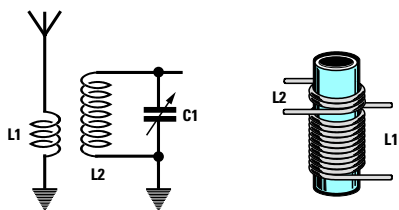



Fig.323 Avvolgendo poche spire (vedi L1) sulla bobina L2 noi riusciamo a trasferire il segnale presenta sulla bobina L1 verso la bobina L2 o viceversa. Questo accoppiamento si chiama induttivo perché avviene tra due induttanze.

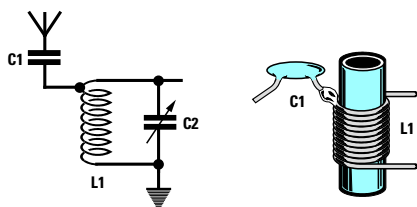



Fig.324 Un accoppiamento capacitivo si ottiene collegando una piccola capacità (vedi C1) agli estremi della bobina L1. Se la capacità di C1 è molto elevata si sommerà a quella di C2 modificando il rapporto Induttanza/Capacità.

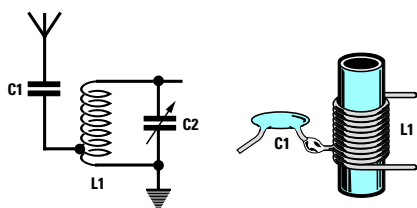



Fig.325 Per impedire che la capacità del condensatore C1 influenzi le caratteristiche del circuito di sintonia si collega ad una presa posta sul lato inferiore di L1. In questo modo il rapporto L1/C2 viene meno influenzato.

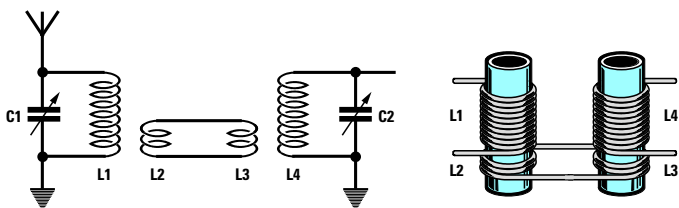



Fig.326 Un segnale RF presente sulla bobina L1 si può trasferire per via induttiva sulla bobina L4 con le due bobine L2/L3 composte da 2 - 3 spire.

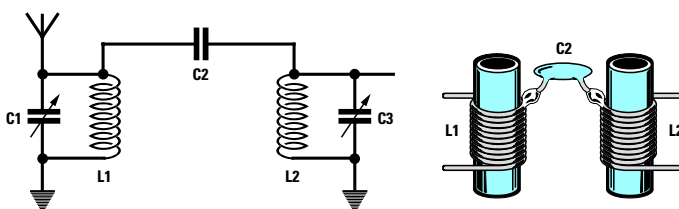



Fig.327 Per trasferire per via capacitiva un segnale RF dalla bobina L1 alla bobina L2 possiamo collegare alle estremità un condensatore di pochi pF.

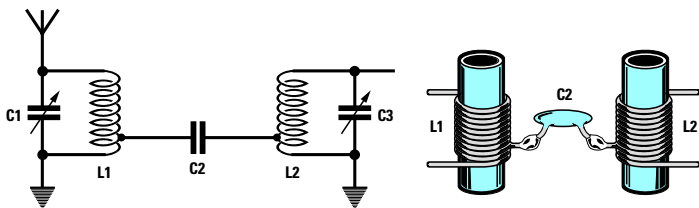



Fig.328 Per evitare che il condensatore di accoppiamento C2 influenzi il rapporto L/C delle due bobine è consigliabile collegarlo ad una presa inferiore.

sione ed una **irrisoria corrente**, mentre se lo preleviamo dove ci sono **poche spire** avremo una **bassa tensione** ed una **elevata corrente**.

Per poter sfruttare tutta la **potenza disponibile** sulla bobina dobbiamo applicare su queste **prese** un **carico resistivo** con un ben preciso valore che possiamo calcolare con la formula:

ohm = volt : amper

Ammesso di paragonare la **bobina** al **trasformatore** di alimentazione utilizzato prima come esempio, cioè con una **potenza 5 watt** e con un secondario di **100 - 50 - 10 spire**, il carico **resistivo** più appropriato da applicare sulle uscite di questi avvolgimenti dovrebbe avere questo valore ohmico:

100 volt : 0,05 amper = 2.000 ohm
50 volt : 0,1 amper = 500 ohm
10 volt : 0,5 amper = 20 ohm

Se sulla presa dei **100 volt** colleghiamo una resistenza da **2.000 ohm** preleveremo una **potenza** pari a:

watt = (amper x amper) x ohm

cioè:

(0,05 x 0,05) x 2.000 = 5 watt

Se a questa presa colleghiamo una **resistenza** da **500 ohm** preleveremo una potenza **minore**:

(0,05 x 0,05) x 500 = 1,25 watt

e di conseguenza perderemo **5 - 1,25 = 3,75 watt**.

Se a questa presa estrema colleghiamo una resistenza da **20 ohm** preleveremo una potenza ancora inferiore:

(0,05 x 0,05) x 20 = 0,05 watt

quindi perderemo **5 - 0,05 = 4,95 watt**.

Se invece colleghiamo il **carico** dei **20 ohm** alla presa dei **10 volt** in grado di erogare una corrente di **0,5 amper** preleviamo:

(0,5 x 0,5) x 20 = 5 watt

cioè **tutta** la **potenza** che il trasformatore è in grado di erogare.

Se sulla presa dei **10 volt** colleghiamo la resistenza da **2.000 ohm** non preleveremo più una **corrente** di **0,5 amper**, ma una corrente notevolmente inferiore che potremo calcolare con la formula:

amper = volt : ohm

vale a dire una **corrente** di:

10 : 2.000 = 0,005 amper

quindi preleveremo una **potenza** di soli:

(0,005 x 0,005) x 2.000 = 0,05 watt

Da questi esempi abbiamo appreso che se la **resistenza di carico** ha un **elevato** valore ohmico dobbiamo prelevare il segnale sulla **presa** che eroga **maggiore tensione** e **bassa corrente**, mentre se la **resistenza di carico** ha un **basso** valore ohmico dobbiamo prelevare il segnale sulla **presa** che eroga **minore tensione** e **maggiore corrente**.

Per questo motivo i **transistor**, che hanno una **bassa resistenza**, vengono sempre collegati ad una **presa intermedia** della bobina di sintonia (vedi fig.331), mentre i **fet**, che hanno un'**alta resistenza**, vengono sempre collegati alla **presa estrema** (vedi fig.332).

IL NUCLEO posto all'interno della BOBINA

All'interno del supporto plastico di quasi tutte le **bobine di sintonia** è presente un **nucleo ferromagnetico** che ci permette di variare il valore dell'**induttanza**.
Se svitiamo questo **nucleo** (vedi fig.333) l'**induttanza** della bobina **diminuisce**, se lo avvitiamo (vedi fig.334) l'**induttanza** della bobina **aumenta**.
Questo **nucleo** viene inserito all'interno della bobina per poter modificare il valore della sua **induttanza** in modo da **tararlo** sul valore richiesto.

Ammesso che in un circuito di **sintonia** ci occorra una **induttanza** da **2,35 microhenry** e che in commercio si riescano a reperire solo delle bobine da **2 microhenry**, noi potremo tranquillamente utilizzarle **avvitando** il loro **nucleo** fino a quando non raggiungeremo il valore di **2,35 microhenry**.

Se in commercio riuscissimo a reperire delle bobine da **3 microhenry** potremo ugualmente utilizzarle **svitando** il loro **nucleo** fino ad ottenere un valore di **2,35 microhenry**.

In una delle prossime lezioni, quando vi spiegheremo come montare un **ricevitore**, vi insegneremo come si deve procedere per **tarare** queste bobine sul valore richiesto.

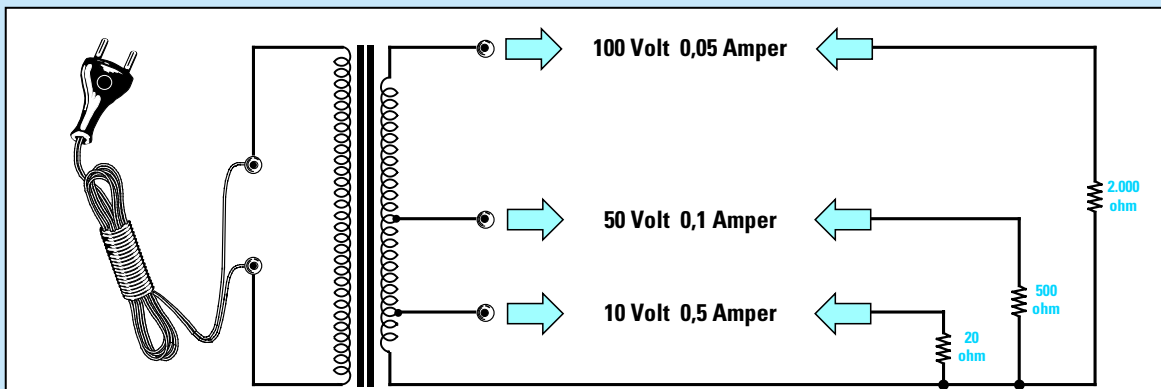



Fig.329 Se sull'avvolgimento secondario di un trasformatore di alimentazione provvisto di più prese volessimo prelevare la sua massima potenza, dovremmo collegare un "carico" che non assorba più corrente di quella che il trasformatore riesce ad erogare.

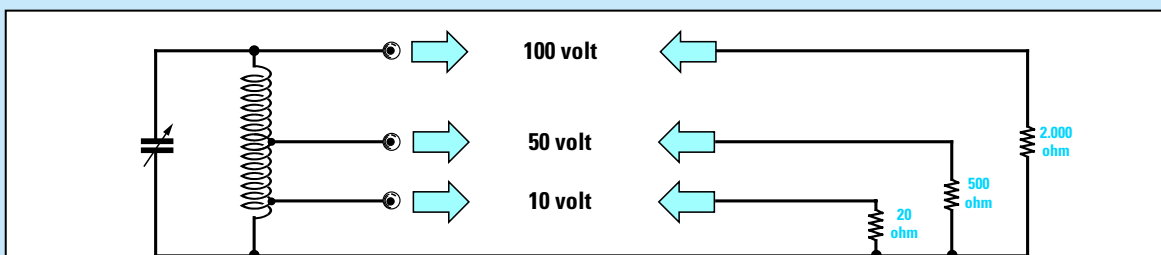



Fig.330 Anche sulla presa superiore di un circuito di sintonia L/C è disponibile un segnale con elevata tensione e bassa corrente e sulla presa inferiore un segnale con bassa tensione ed elevata corrente. Con un giusto carico la potenza non cambia.

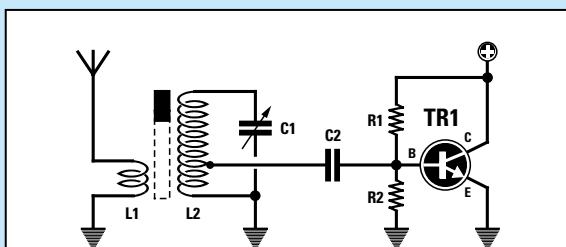



Fig.331 Poiché i Transistor hanno una bassa resistenza di Base, è necessario collegarli ad una presa intermedia di L2.

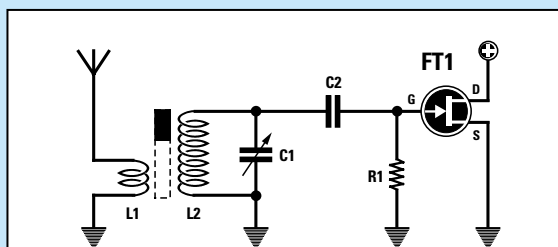



Fig.332 I Fet, che hanno una elevata resistenza di Gate, si possono direttamente collegare sull'estremità della bobina L2.

Fig.333 Se si svita il nucleo ferromagnetico che si trova all'interno di una bobina si "abbassa" il valore in microhenry della induttanza.

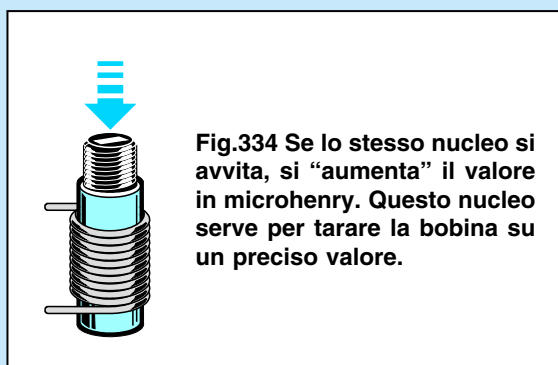



Fig.334 Se lo stesso nucleo si avvita, si "aumenta" il valore in microhenry. Questo nucleo serve per tarare la bobina su un preciso valore.

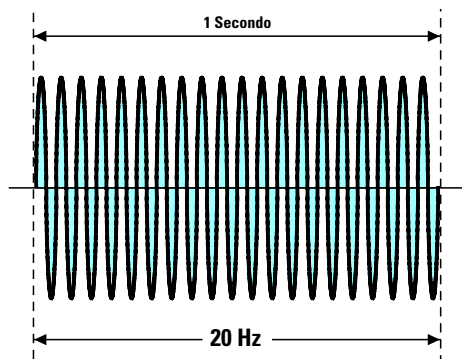



Fig.335 La "frequenza" indica il numero di onde sinusoidali presenti in un tempo di "1 secondo". L'hertz è l'unità di misura ed i KHz - MHz -GHz i suoi multipli.

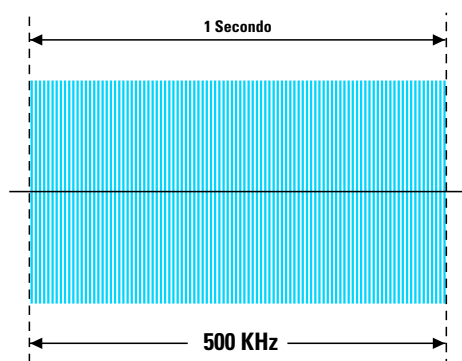



Fig.336 Più aumenta il valore in Hz - KHz - MHz più aumenta il numero di sinusoidi in "1 secondo". Una frequenza di 500 kHz irradia 500.000 sinusoidi in 1 secondo.

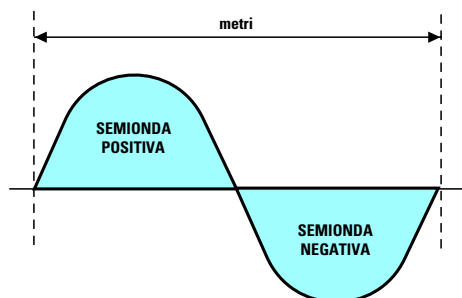



Fig.337 La "lunghezza d'onda" è la distanza in chilometri - metri o centimetri che intercorre tra l'inizio e la fine di una SOLA e completa sinusoide alternata.

FREQUENZA e LUNGHEZZA D'ONDA

Spesso si legge che per ricevere l'**emittente X** è necessario sintonizzare il ricevitore sulla frequenza di **1.000 kilohertz** oppure sulla **lunghezza d'onda** di **300 metri**.

In queste righe vi spieghiamo che relazione c'è tra **frequenza** e **lunghezza d'onda**.

La **frequenza** è il **numero** di onde presenti nel tempo di **1 secondo** espresse in **hertz - kilohertz - Megahertz - Gigahertz** (vedi figg.335-336).

La **lunghezza d'onda** è la distanza che intercorre tra l'inizio e la fine di **una sola** onda sinusoidale espressa in **metri** o in **centimetri** (vedi fig.337).

Dire **10 kilohertz** equivale a dire che in **1 secondo** vengono irradiate **10.000 sinusoidi** e dicendo **80 Megahertz** che in **1 secondo** vengono irradiate **80.000.000 sinusoidi**.

FORMULE per CONVERTIRE la FREQUENZA in LUNGHEZZA D'ONDA

Conoscendo la **frequenza** espressa in **Hz - kHz - MHz - GHz** possiamo ricavare la **lunghezza d'onda** in **metri** o in **centimetri** utilizzando le formule riportate nella **Tabella N.18**.

Esempio: nella nostra zona riceviamo due emittenti **TV**, una che trasmette sulla frequenza di **175 MHz** ed una che trasmette sui **655 MHz** e vogliamo conoscere la loro **lunghezza d'onda**.

Soluzione: poiché le due frequenze sono espressa in **MHz** dobbiamo usare la formula riportata nella **terza** riga, quindi la **lunghezza d'onda** utilizzata da queste emittenti sarà di:

300 : 175 = 1,71 metri
300 : 655 = 0,45 metri

Esempio: sapendo che le emittenti **FM** coprono una banda di frequenze che va da **88 MHz** a **108 MHz**, vogliamo conoscere la **lunghezza d'onda** utilizzata per questa gamma.

Soluzione: poiché la frequenza è espressa in **MHz** dobbiamo utilizzare la formula riportata nella **terza** riga, quindi la **lunghezza d'onda** utilizzata da queste emittenti è compresa tra:

300 : 88 = 3,40 metri
300 : 108 = 2,77 metri

Esempio: sapendo che il nostro ricevitore per **Onde Medie** copre una gamma che da un **minimo** di **500 kHz** raggiunge un **massimo** di **1.600 kHz** vogliamo conoscere la **lunghezza d'onda** utilizzata per questa gamma.

Soluzione: poiché la frequenza è espressa in **kHz** dobbiamo in questo caso utilizzare la formula riportata nella **seconda** riga. La **lunghezza d'onda** utilizzata dalle **Onde Medie** è compresa tra:

300.000 : 500 = 600 metri
300.000 : 1.600 = 187,5 metri

Conoscere la lunghezza d'onda in **metri** di una **frequenza** ci potrebbe servire per calcolare la lunghezza fisica di un'**antenna trasmittente**.

FORMULE per CONVERTIRE la LUNGHEZZA D'ONDA in FREQUENZA

Conoscendo la **lunghezza d'onda** in **metri** o in **centimetri** si può ricavare la **frequenza** utilizzando le formule riportate nella **Tabella N.19**.

Esempio: sapendo che un **CB** trasmette su una **lunghezza d'onda** di **11,05 metri**, vogliamo conoscere l'esatta frequenza espressa in **kilohertz** ed anche in **Megahertz**.

Soluzione: per conoscere la frequenza in **kHz** utilizziamo la formula della **seconda** riga:

300.000 : 11,05 = 27.149 kHz

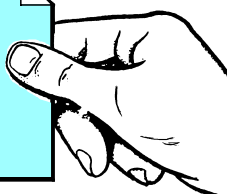
Se volessimo conoscere la frequenza in **MHz** dovremmo utilizzare la formula della **terza** riga:

300 : 11,05 = 27,149 MHz

Nota: esprimere un valore in **kHz** o in **MHz** equivale ad esprimere il valore di un **peso** in **chilogrammi** oppure in **quintali**.

Esempio: vogliamo conoscere la frequenza in **Megahertz** di un segnale che ha una **lunghezza d'onda** di **40 metri**.

Soluzione: per ricavare la frequenza in **MHz** dobbiamo usare la formula della **seconda** riga:

300 : 40 = 7,5 MHz

UNITÀ di MISURA

I segnali di **bassa frequenza** che coprono una gamma compresa da **1 Hz** fino a **30.000 Hz** vengono sempre indicati con le unità di misura in **hertz** o in **kilohertz** (**kHz**).
Per convertire gli **hertz** in **kHz** o viceversa possiamo usare queste formule:

Esempio: per convertire una frequenza di **3,5 kilohertz** in **hertz** occorre fare questa semplice moltiplicazione:

3,5 x 1.000 = 3.500 hertz

Esempio: se volessimo convertire una frequenza di **10.000 hertz** in **kilohertz** dovremmo fare questa semplice divisione:

10.000 : 1.000 = 10 kilohertz

Tutti i segnali di **bassa frequenza** scorrono in un filo alla stessa velocità di un segnale di **alta frequenza**, cioè a **300.000 km** al **secondo**.
Quando questo segnale viene trasformato in **suono acustico** tramite un **altoparlante** le vibrazioni sonore si propagano nell'aria ad una velocità di soli **340 metri** al **secondo**.

Le **vibrazioni sonore** non riescono mai a percorrere elevate distanze perché più ci si allontana dalla sorgente più queste vibrazioni si **attenuano**.

I segnali di **alta frequenza** vengono normalmente indicati in **kilohertz - Megahertz - Gigahertz**.

Per convertire gli **hertz** in **kHz - MHz - GHz** o viceversa possiamo usare queste formule:

Come già sappiamo tutti segnali di **alta frequenza** si propagano nello spazio alla vertiginosa velocità di **300.000.000 metri** al **secondo** vale a dire **300.000 chilometri** al **secondo**.

Sapendo che la Terra ha una circonferenza massima di circa **40.000 km**, un segnale di **alta frequenza** è in grado di compiere ben **7,5 giri** nel tempo di **1 secondo**.

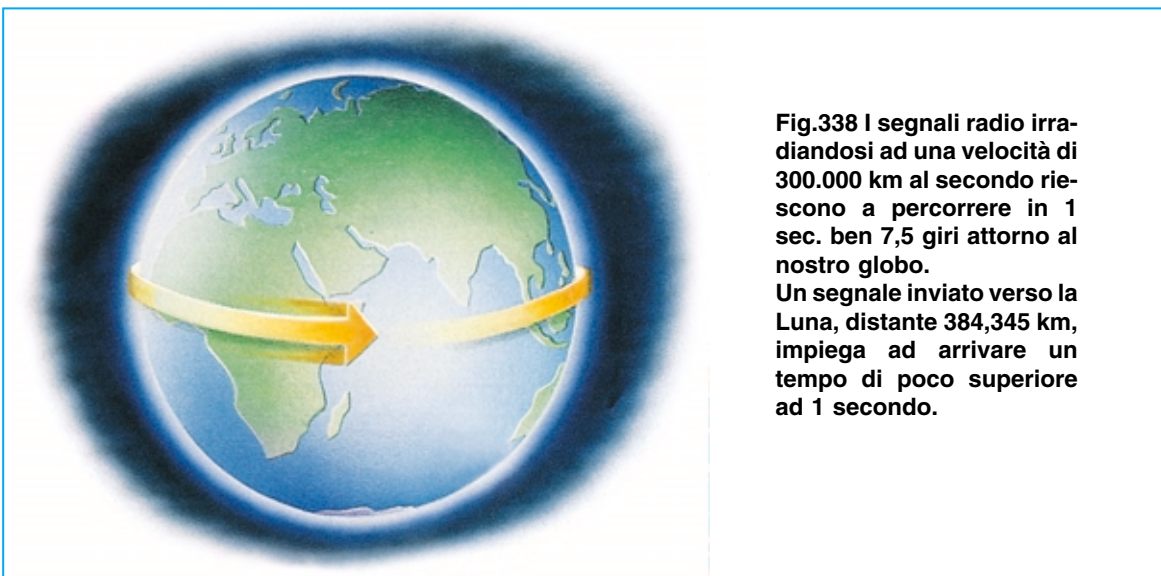



**Fig.338 I segnali radio irradiandosi ad una velocità di 300.000 km al secondo riescono a percorrere in 1 sec. ben 7,5 giri attorno al nostro globo.
Un segnale inviato verso la Luna, distante 384,345 km, impiega ad arrivare un tempo di poco superiore ad 1 secondo.**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

SUDDIVISIONE delle FREQUENZE RADIO

Frequenze	Lunghezza d'onda	Sigla	Inglese	Italiano
30 kHz - 300 kHz	10 km - 1 km	LF	Low Frequency	Onde Lunghe
300 kHz - 3 MHz	1 km - 100 m	MF	Medium Frequency	Onde Medie
3 MHz - 30 MHz	100 m - 10 m	HF	High Frequency	Onde Corte
30 MHz - 300 MHz	10 m - 1 m	VHF	Very High Freq.	Onde metriche
300 MHz - 3 GHz	1 m - 10 cm	UHF	Ultra High Freq.	Onde decimetriche
3 GHz - 30 GHz	10 cm - 1 cm	SHF	Super High Freq.	Microonde
30 Ghz - 300 GHz	1 cm - 0,1 cm	EHF	Extremely High	Microonde

LE SIGLE AF - RF - BF

I segnali con frequenza inferiore a **30.000 Hz** vengono chiamati di **Bassa Frequenza** ed indicati con la sigla **BF**.

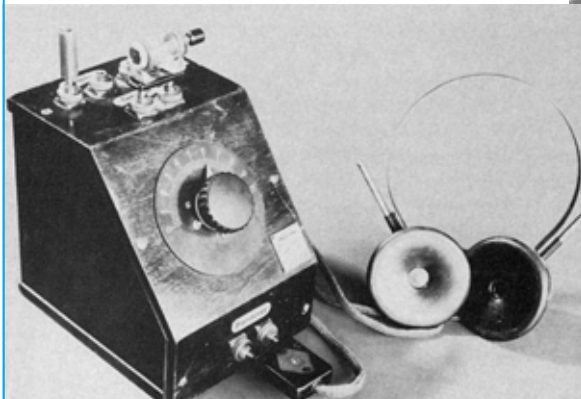
I segnali superiori a **30.000 Hz** vengono chiamati di **Alta Frequenza** e indicati con la sigla **AF**.

Nel linguaggio **internazionale** anziché usare le sigle **BF** o **AF** si utilizzano quelle derivate dalla lingua anglosassone, cioè:
– **AF** (**A**udio **F**requency) per i segnali di **BF**
– **RF** (**R**adio **F**requency) per i segnali di **AF**

Poiché la sigla **AF** potrebbe creare confusione e qualcuno potrebbe erroneamente leggere **Alta Frequenza** anziché **Audio Frequency**, nella lingua italiana si preferiscono usare le sigle:

BF per i segnali di **Bassa Frequenza**
RF per i segnali di **Alta Frequenza**

Fig.339 Le prime valvole termoioniche utilizzate per la realizzazione dei ricevitori radio apparvero verso l'anno 1910. Marconi per captare i segnali usava dei rivelatori rudimentali costituiti da un tubetto di vetro contenente al suo interno della limatura di nichel (96%) ed argento (4%).
Nella foto uno dei primi ricevitori radio con valvola termoionica.

Fig.340 Negli anni 1925-1940 era molto diffuso un semplice ricevitore radio a cuffia chiamato a "galena" perché usava come rivelatore di segnali un minerale di solfuro di piombo contenente un 2% circa di argento.

UN PO' DI STORIA su GUGLIELMO MARCONI

Sono in pochi a sapere che Marconi era un **autodidatta** che si dilettava a compiere esperimenti nel solaio della sua villa di **Pontecchio**, che lui chiamava "my laboratory of elettricity", perché Marconi, anche se nato a Bologna, parlava solo l'inglese ed il dialetto bolognese, ma malissimo l'italiano dal momento che questa lingua non gli piaceva.
Poiché non riuscì mai a terminare gli studi che gli avrebbero aperto le porte dell'Università, suo padre lo considerava un ragazzo perditempo e riteneva quella sua idea di voler trasmettere a distanza dei segnali telegrafici **senza nessun filo** una utopia.
Solo sua madre gli permise di dedicarsi liberamente ai suoi esperimenti che suscitavano in lui tanta attrazione ed incaricò il professor Vincenzo Rosa di dargli delle lezioni private di fisica.
Rifacendosi alle esperienze del fisico statunitense **Benjamin Franklin**, che riusciva a catturare l'energia dei fulmini tramite un filo collegato ad un aquilone, in una notte di fine **estate 1894** Marconi collegò al suo trasmettitore e ricevitore due lastre metalliche ricavate da una latta di petrolio e con queste rudimentali antenne constatò che, pigiando il tasto del trasmettitore, il campanello collegato al ricevitore iniziava a squillare.
In preda ad una grande agitazione andò a svegliare sua madre per dimostrarle che era riuscito a catturare ad una distanza di circa **3 metri** l'energia generata dal suo trasmettitore.
Intuendo di essere sulla giusta strada nella **primavera del 1895** iniziò a trasmettere dalla sua stanza verso il cortile, poi per aumentare la portata collegò a terra sia il ricevitore sia il trasmettitore.
Con queste modifiche nell'**estate 1895** riuscì a trasmettere ad una distanza di **2,4 chilometri**.
A questo punto sua madre pensò d'informare le autorità italiane di questa sensazionale scoperta, ma non ricevendo nessuna risposta, nel **febbraio 1896** decise di recarsi a Londra con suo figlio.
Il **5 marzo 1896** Marconi presentò la prima richiesta di brevetto per la trasmissione di onde hertziane "senza fili" che gli fu consegnata il **2 luglio 1897** con il numero **12.039**.

Dopo i primi esaltanti successi questa invenzione suscitò un entusiasmo universale anche se inizialmente non mancarono incredulità e commenti malevoli, perché pochi accettavano che un giovanissimo ragazzo **autodidatta** fosse riuscito a trasmettere dei segnali telegrafici **senza** utilizzare nessun filo quando in passato molti noti **scienziati**, che avevano tentato questa impresa, la consideravano una cosa **impossibile** e praticamente **irrealizzabile**.

25 aprile 1874 – nasce a Bologna dalla madre irlandese Annie Jameson e dal padre Giuseppe Marconi.

Estate 1894 – dalla sua stanza della villa di Pontecchio riesce a trasmettere ad una distanza di circa **3 metri**.

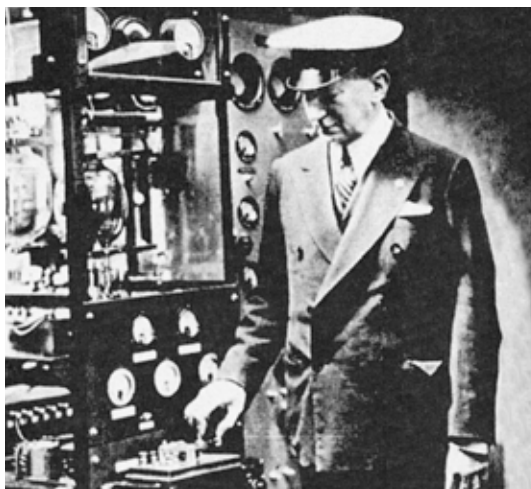
Primavera 1895 – inizia a trasmettere dalla sua finestra verso il cortile con ottimi risultati.

Estate 1895 – riesce ad inviare un segnale telegrafico ad una distanza di circa **2,4 chilometri**.

5 Marzo 1896 – presenta a **Londra** una prima richiesta di **brevetto** per la sua invenzione di trasmissione senza fili.

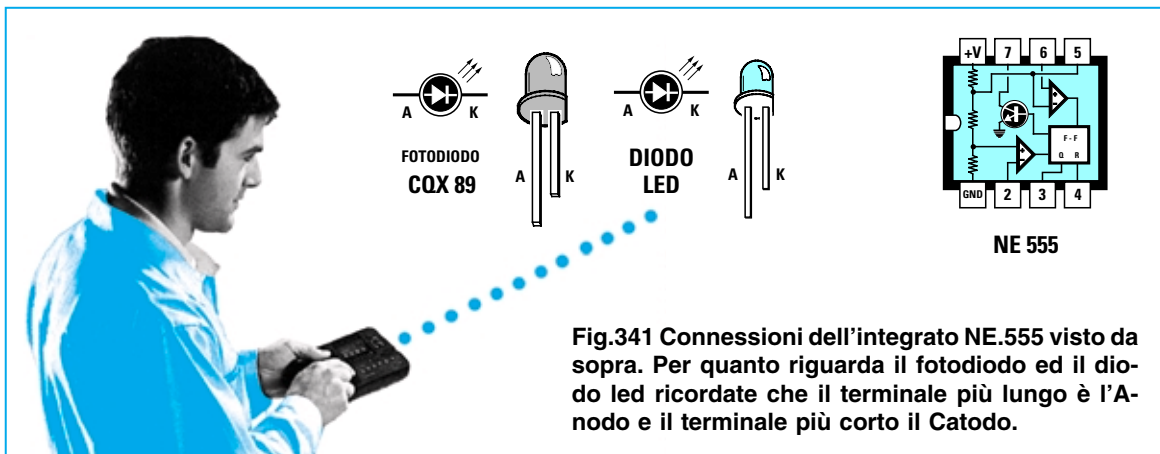
Maggio 1897 – con i primi esperimenti effettuati nel Canale di **Bristol** (Inghilterra) riesce a raggiungere una distanza di **14 km**.

Gennaio 1901 – avviene il primo collegamento a lunga distanza tra Saint Catherine e Cape Lizard in Inghilterra (**300 km**).

Dicembre 1901 – vengono ricevuti i **primi** segnali telegrafici oltre Atlantico superando una distanza di ben **3.400 km**.

26 Marzo 1930 – sulla nave **Elettra** ancorata nel porto di **Genova** invia un segnale telegrafico a **Sydney** (Australia) per accendere le lampade del municipio (distanza **16.500 km**).

19 Novembre 1931 – Marconi esegue i primi esperimenti sulle microonde da **S. Margherita Ligure** a **Sestri Levante** (**18 km**).

20 Luglio 1937 – muore a Roma lasciando al mondo una **invenzione** che oggi sfruttiamo per vedere la televisione a **colori** e per parlare a distanza con i telefoni cellulari portatili.

Fig.341 Connessioni dell'integrato NE.555 visto da sopra. Per quanto riguarda il fotodiodo ed il diodo led ricordate che il terminale più lungo è l'Anodo e il terminale più corto il Catodo.

UNA BARRIERA a RAGGI INFRAROSSI

Poichè la sola **teoria** non vi permetterà mai di diventare dei veri **esperti** in campo elettronico, cercheremo di presentarvi in ciascuna Lezione di questo corso dei semplici progetti per consentirvi di fare un pò di **pratica**.

Oggi ad esempio vi insegneremo a costruire una semplice **barriera a raggi infrarossi,** che servirà solo a **spegnere** un normale **diodo led** quando una persona o un oggetto interromperà un fascio di luce all'infrarosso che risulta **invisibile**.

Realizzando questo progetto imparerete come si devono usare all'atto pratico i **diodi zener**, i **diodi trasmittenti** e **riceventi** all'**infrarosso** e tanti altri componenti.

STADIO TRASMITTENTE

Lo stadio **trasmittente**, che potete vedere in fig.342, è composto da un diodo **emittente** all'infrarosso tipo **CQX.89**, che nello schema eletttrico è siglato **DTX**, e da un integrato **NE.555**, che nello schema elettrico è raffigurato con un rettangolo nero siglato **IC1**.

L'integrato **NE.555** viene utilizzato in questo circuito per generare delle **onde quadre**, che serviranno per **codificare** il segnale all'**infrarosso** che il diodo trasmittente invierà verso il ricevitore.

Codificando questo segnale eviterete che il **ricevitore** possa eccitarsi con dei segnali spurii come quelli emessi da lampade a filamento o da stufette all'infrarosso.

La frequenza generata dall'integrato **NE.555** viene determinata dal valore della resistenza **R2** da **27.000 ohm** e della capacità **C1** da **3.300 picoFarad**.

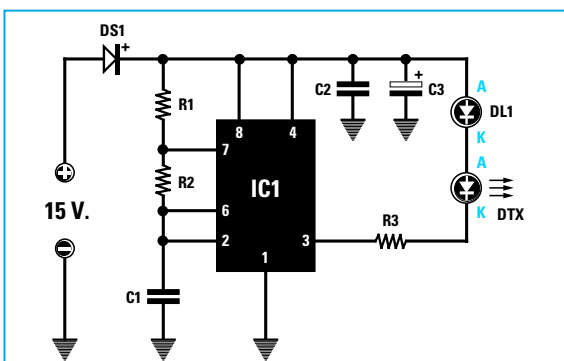



Fig.342 Schema elettrico del trasmettitore.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 1.000 ohm
R2 = 27.000 ohm
R3 = 220 ohm
C1 = 3.300 pF poliestere
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 47 microF. elettr.
DS1 = diodo al silicio tipo 1N.4007
DL1 = diodo led di qualsiasi tipo
DTX = diodo trasmittente CQX.89
IC1 = integrato tipo NE.555

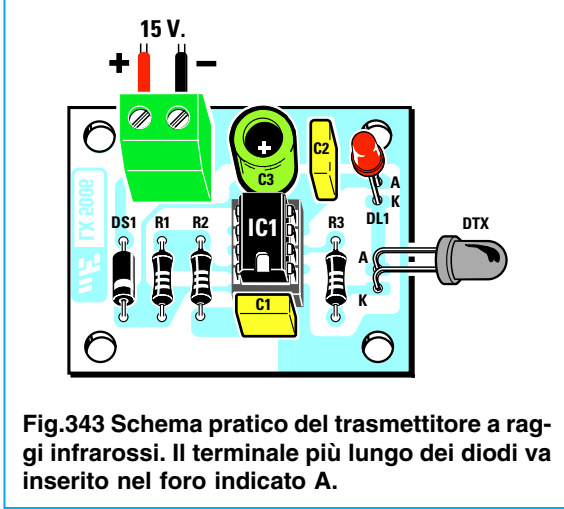



Fig.343 Schema pratico del trasmettitore a raggi infrarossi. Il terminale più lungo dei diodi va inserito nel foro indicato A.

Tenendo conto delle **tolleranze** di **R2** e di **C1**, si può affermare che questo oscillatore è in grado di generare una frequenza che difficilmente scenderà sotto ai **7.100 Hz** e supererà i **7.500 Hz**.

Poichè il diodo all'infrarosso **CQX.89** quando trasmette **non** emette nessuna **luce visibile**, abbiamo collegato in serie a questo diodo un normale **diodo led** che abbiamo siglato **DL1**.
Quando vedrete questo diodo led **acceso** significa che il **diodo all'infrarosso** sta trasmettendo.

Questo trasmettitore funziona con una tensione di alimentazione di **15 volt**, che potrete prelevare dall'alimentatore siglato **LX.5004** presentato nella **Lezione N.7**.

Il diodo **DS1** posto in serie al filo positivo di alimentazione serve per proteggere il circuito da eventuali inversioni di polarità dei **15 volt**.
Se per errore collegherete il **negativo** di alimentazione sul terminale **positivo**, il diodo impedirà che questa tensione possa raggiungere l'integrato e i due diodi **DL1** e **DTX**.

STADIO RICEVENTE

Il ricevitore (vedi fig.345) utilizza come sensore un diodo **ricevente** sensibile ai raggi **infrarossi** tipo **TIL.78**, più due stadi amplificatori, uno a **fet** (vedi **FT1**) ed uno a transistor (vedi **TR1**), più un **decodificatore** di **frequenza** che nello schema elettrico è rappresentato da un rettangolo nero siglato **IC1**.

Quando sul piedino d'ingresso **3** di questo **decodificatore** giunge una frequenza compresa tra **7.000 - 7.500 Hz,** il piedino d'uscita **8** si cortocircuita a **massa** e, di conseguenza, il diodo led siglato **DL1** si **accende**.

Detto questo possiamo spiegarvi come funziona questo **ricevitore** partendo dal diodo **ricevente** all'infrarosso siglato **DRX**.

Direzionando il diodo **DRX** verso il diodo emittente **DTX**, questo capterà il segnale all'infrarosso che abbiamo codificato con una frequenza compresa tra **7.100 Hz** e **7.500 Hz**.
La frequenza captata verrà applicata, tramite il condensatore **C2**, sul terminale **Gate** del Fet siglato **FT1** per essere amplificata.
Al terminale **Drain** di questo fet abbiamo collegato un **circuito sintonizzato** sulla frequenza compresa tra i **7.100 Hz** e i **7.500 Hz**, composto dall'impedenza **JAF1** da **10 milliHenry**, dal condensatore **C4** da **47.000 picoFarad** e dalla resistenza **R4** da **1.000 ohm**.

Per sapere su quale frequenza risulta sintonizzato questo circuito composto da **JAF1** e da **C4** potrete usare la formula:

$$\text{Hz} = 159.000 : \sqrt{\text{nanoFarad x milliHenry}}$$

Poichè la capacità del condensatore **C4** nell'elenco componenti è espressa in **picoFarad** e la formula la richiede in **nanoFarad**, per svolgere questa conversione dovrete dividere **47.000** per **1.000** e in tal modo otterrete **47 nanoFarad**.
Inserendo i nostri dati nella formula poc'anzi indicata si ottiene una frequenza di sintonia di:

$$159.000 : \sqrt{47 \times 10} = 7.334 \text{ Hertz}$$

La resistenza **R4** da **1.000 ohm** posta in parallelo a questo **circuito accordato** provvederà ad allargare la **banda passante**, in modo da lasciare passare tutte le frequenze che da un minimo di **7.100 Hz** possono raggiungere un massimo di **7.500 Hz**.

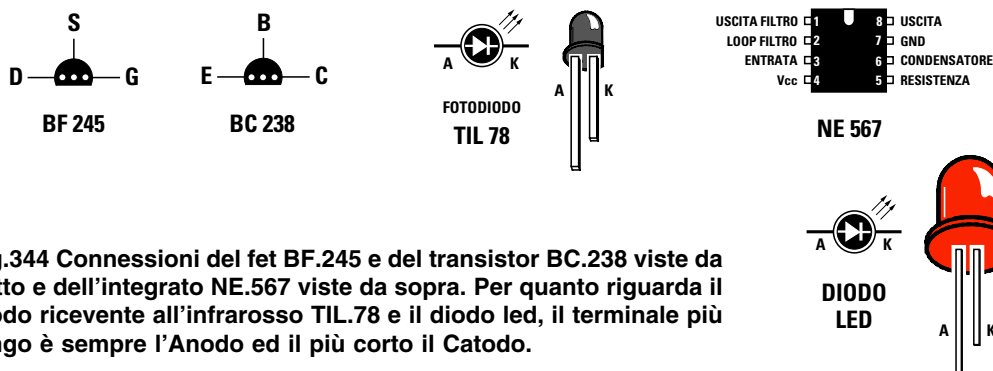



Fig.344 Connessioni del fet BF.245 e del transistor BC.238 viste da sotto e dell'integrato NE.567 viste da sopra. Per quanto riguarda il diodo ricevente all'infrarosso TIL.78 e il diodo led, il terminale più lungo è sempre l'Anodo ed il più corto il Catodo.

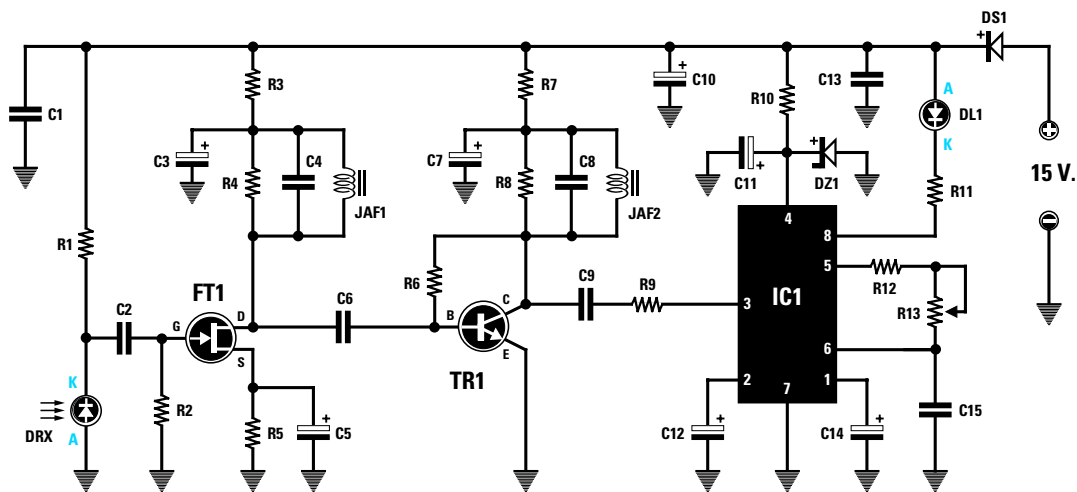



Fig.345 Schema elettrico dello stadio ricevente per raggi infrarossi e lista componenti.

R1 = 1 Megaohm
R2 = 1 Megaohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 1.000 ohm
R5 = 4.700 ohm
R6 = 1 Megaohm
R7 = 1.000 ohm
R8 = 1.000 ohm
R9 = 1.000 ohm
R10 = 120 ohm 1/2 W
R11 = 560 ohm
R12 = 10.000 ohm
R13 = 5.000 ohm trimmer

C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 1.200 pF poliestere
C3 = 1 microF. elettrolitico
C4 = 47.000 pF poliestere
C5 = 1 microF. elettrolitico
C6 = 10.000 pF poliestere
C7 = 1 microF. elettrolitico
C8 = 47.000 pF poliestere
C9 = 56.000 pF poliestere
C10 = 470 microF. elettrolitico
C11 = 10 microF. elettrolitico
C12 = 1 microF. elettrolitico
C13 = 100.000 pF poliestere

C14 = 1 microF. elettrolitico
C15 = 10.000 pF poliestere
DS1 = diodo silicio 1N.4007
DZ1 = diodo zener 8,2 volt
DRX = diodo ricevente TIL.78
JAF1 = impedenza 10 milliH.
JAF2 = impedenza 10 milliH.

FT1 = fet tipo BF.245
TR1 = transistor BC.238
IC1 = integrato NE.567
DL1 = diodo led

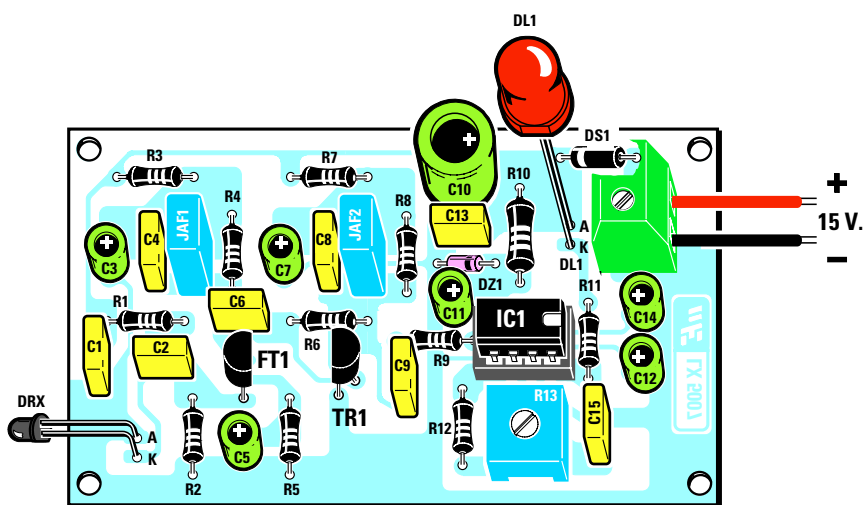



Fig.346 Schema pratico di montaggio dello stadio ricevente per raggi infrarossi. Se monterete sul circuito stampato LX.5007 tutti i componenti senza sbagliare i loro valori, il circuito funzionerà all'istante (leggere le istruzioni di taratura per R13).

Il segnale amplificato presente sul terminale **Drain** del fet **FT1** verrà prelevato tramite il condensatore **C6** e applicato sul terminale **Base** del transistor **TR1** che lo amplificherà ulteriormente.
Anche sul terminale **Collettore** di questo transistor troverete un secondo **circuito di sintonia** composto da **JAF2 - C8 - R8**, anch'esso accordato sulla gamma dei **7.100 Hz - 7.500 Hz**.

Il segnale amplificato presente sul **Collettore** di **TR1** viene applicato, tramite il condensatore **C9** e la resistenza **R9**, sul piedino d'ingresso **3** dell'integrato **IC1** che, come vi abbiamo già spiegato, è un semplice **decodificatore** di **frequenza**.

In pratica all'interno di questo integrato c'è uno stadio oscillatore collegato ai piedini **5-6**, la cui frequenza potrete variare da un minimo di **6.900 Hz** ad un massimo di **7.800 Hz** ruotando semplicemente il trimmer siglato **R13**.

Quando la frequenza generata dall'oscillatore interno dell'integrato **IC1** risulta perfettamente identica alla frequenza che entra nel piedino **3**, il diodo led **DL1** collegato al piedino **8** tramite la resistenza **R11** si **accende**.

È quindi intuitivo che il diodo led si accende solo ponendo il diodo **ricevente** di fronte al diodo **trasmittente** che emette un segnale all'**infrarosso** codificato sui **7.100 Hz-7.500 Hz**.

Se questo fascio **invisibile** viene interrotto il diodo **led** si **spegne**.

Questo circuito che utilizza un **raggio invisibile** viene frequentemente utilizzato in impianti antifurto, oppure per aprire in modo automatico le porte di un ascensore o di supermercati ed anche per contare degli oggetti su nastro trasportatore.

Anche questo ricevitore funziona con una tensione di alimentazione di **15 volt**.

Poichè l'integrato **IC1** deve funzionare con una tensione che non superi i **9 volt**, dovrete abbassare i **15 volt** fino a raggiungere il valore di **8,2 volt** tramite il **diodo zener** siglato **DZ1**.
Il diodo al silicio siglato **DS1** posto in serie al **positivo** di alimentazione impedisce che il **fet** oppure il **transistor** o l'**integrato** possano bruciare nel caso venga invertita la polarità di alimentazione.

REALIZZAZIONE pratica del TRASMETTITORE

Se acquisterete il kit siglato **LX.5006** troverete al suo interno tutti i componenti richiesti (vedi fig. 343), compreso il **circuito stampato** già inciso e forato. Una volta in possesso di tutti i componenti, potrete passare alla sua realizzazione pratica e se seguiterete attentamente tutte le nostre istruzioni, una volta montato questo progetto lo vedrete subito funzionare.

Potrete iniziare il montaggio inserendo lo zoccolo per l'integrato **NE.555**, saldando dal lato opposto tutti i suoi terminali sulle piste in rame del circuito stampato.

Fig.347 Poiché il raggio all'infrarosso emesso dal diodo trasmittente risulta INVISIBILE non riuscirete mai a vederlo. La massima portata di questo raggio si aggira sui 3 metri circa, quindi se supererete questa distanza il ricevitore non funzionerà.

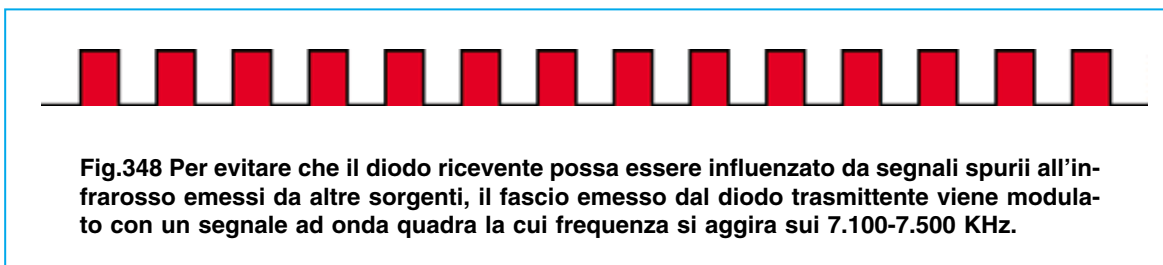



Fig.348 Per evitare che il diodo ricevente possa essere influenzato da segnali spurii all'infrarosso emessi da altre sorgenti, il fascio emesso dal diodo trasmittente viene modulato con un segnale ad onda quadra la cui frequenza si aggira sui 7.100-7.500 KHz.

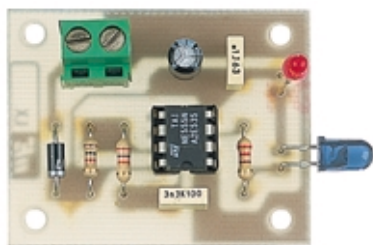
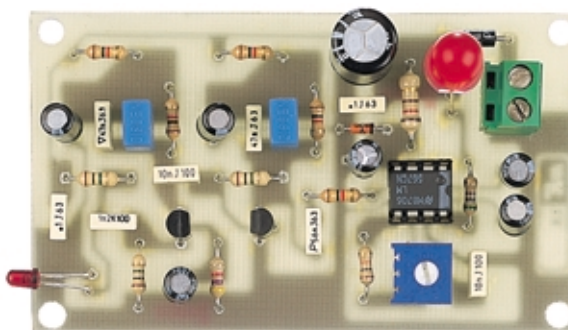



Fig.349 A sinistra, la foto della scheda trasmittente siglata LX.5006.

Fig.350 A destra, la foto della scheda ricevente LX.5007.

Portata a termine questa operazione, potrete inserire le tre resistenze, controllando le fasce dei **colori** presenti sul loro corpo (vedi **Lezione N.2**) per poterne individuare il valore ohmico.
Sulla sinistra dello stampato inserirete il diodo al silicio **DS1** rivolgendo la **fascia bianca** verso il basso come visibile in fig.343.
Proseguendo nel montaggio potrete inserire i due condensatori poliestere **C1-C2**, poi il condensatore elettrolitico **C3** rivolgendo il terminale **positivo** verso lo zoccolo dell'integrato **IC1**.
Se sul corpo dell'elettrolitico non è indicato quale dei due terminali è il **positivo**, ricordate che quest'ultimo risulta **più lungo** del terminale negativo.
In alto a sinistra inserite la **morsettiera** a 2 poli che servirà per entrare con la tensione dei **15 volt** di alimentazione.

Dopo questo componente potrete saldare il diodo led siglato **DL1**, che riconoscerete subito perchè il suo corpo è di colore **rosso**.
Dei due terminali che fuoriescono dal suo corpo, dovrete inserire quello **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** e ovviamente il terminale **più corto** nel foro contrassegnato dalla lettera **K**.
Abbiate l'accortezza di tenere tale diodo sollevato dal circuito stampato di circa 1 centimetro.

Il diodo all'infrarosso siglato **DTX**, che ha il corpo di colore **nero,** andrà inserito nei due fori posti sul circuito stampato in corrispondenza della resistenza **R3**, inserendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** ed il terminale più corto nel foro contrassegnato dalla lettera **K.**

Questo diodo va posto in orizzontale per poter direzionare il fascio all'infrarosso che esce dalla parte frontale verso il diodo **RTX** presente nel ricevitore, quindi dovrete necessariamente ripiegare a **L** i due suoi terminali con una piccola pinza.

Terminato il montaggio, inserite nel relativo zoccolo l'integrato **NE.555**, rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** presente sul suo corpo verso il condensatore poliestere **C1**.
Quando inserirete i piedini di questo integrato nello zoccolo dovrete premere con forza il suo corpo in modo da farli entrare perfettamente nelle rispettive sedi.

REALIZZAZIONE pratica del RICEVITORE

Anche nel blister di questo **kit** siglato **LX.5007** troverete tutti i componenti richiesti, compreso il **circuito stampato** già inciso e forato.

Potrete iniziare il montaggio inserendo lo zoccolo per l'integrato **LM.567** (vedi **IC1**), saldando dal lato opposto tutti i suoi terminali sulle piste in rame del circuito stampato.

Conclusa questa operazione, potrete inserire tutte le resistenze controllando le fasce in **colore** presenti sul loro corpo, poi il diodo al silicio **DS1** rivolgendo la sua **fascia bianca** verso il condensatore elettrolitico **C10** ed infine il diodo zener siglato **DZ1** con corpo in vetro rivolgendo la sua **fascia nera** verso la resistenza **R10**.

Proseguendo nel montaggio inserirete il **trimmer** siglato **R13,** poi le due impedenze siglate **JAF1-JAF2**, infine tutti i condensatori poliestere.
Quando salderete sullo stampato i condensatori **elet-**

trolitici, dovrete fare attenzione ad inserire il loro terminale **positivo** nei fori contrassegnati con il segno **+**.

Come visibile nello schema pratico di fig.346, in alto sulla destra andrà collocata la **morsettiera** a 2 poli che serve per entrare con la tensione dei **15 volt** di alimentazione.

Sullo stampato mancano i soli semiconduttori, cioè il diodo led **DL1**, il fet **FT1**, il transistor **TR1** ed il diodo ricevente all'infrarosso siglato **DRX**.

Montate dapprima il diodo led **DL1** inserendo il terminale **più lungo** che esce dal suo corpo nel foro contrassegnato dalla lettera **A** ed il terminale **più corto** nel foro contrassegnato dalla lettera **K**.
Se inserirete i terminali di questo diodo in senso inverso questo non si accenderà.
Ricordate di tenere sollevato questo diodo di circa **1,5 centimetri** dal circuito stampato.

Completata questa operazione, prendete il **fet** che riconoscerete dalla sigla **F.245** o **BF.245** stampigliata sul suo corpo e senza accorciare i suoi terminali, inseritelo nei fori posti in prossimità dei condensatori **C6-C5** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso destra.

Dopo il fet potrete montare il **transistor** contrassegnato dalla sigla **BC.238** e senza accorciarne i terminali, inseritelo nei fori posti in prossimità della resistenza **R6** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso sinistra.

È molto importante che la parte **piatta** del corpo sia del **fet** che del **transistor** risulti rivolta come evidenziato nello schema pratico di fig.346.

Da ultimo monterete il diodo ricevente **DRX** che ha il corpo di colore **nero**, inserendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** ed il terminale più corto nel foro contrassegnato dalla lettera **K**.
Anche questo diodo va posto in orizzontale perchè possa captare il fascio all'infrarosso del diodo trasmittente.

Terminato il montaggio, potrete inserire nel relativo zoccolo l'integrato **LM.567,** rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** presente sul suo corpo verso la resistenza **R11** (vedi fig.346).

TARATURA

A montaggio ultimato, per poter vedere funzionare questo progetto sarà necessario soltanto **tarare** il **trimmer R13** presente nel ricevitore perchè, come abbiamo già spiegato, il **diodo led** presente nel ricevitore si accenderà solo quando la frequenza generata dall'integrato **LM.567** risulterà perfettamente identica a quella generata dallo stadio **trasmittente**.

Poichè non sappiamo se la frequenza generata dal trasmettitore risulti di **7.100 Hz** oppure di **7.200 Hz** o di **7.400 Hz** a causa della **tollerenza** dei componenti, per **tarare** il trimmer **R13** dovrete procedere come segue:

- Ponete il diodo **ricevente DRX di fronte** al diodo **trasmittente RTX** ad una distanza di circa **30-40 centimetri**.

- Prendete un cacciavite e ruotate lentamente il cursore del **trimmer R13** fino a quando non vedrete **accendersi** il **diodo led** del ricevitore.

- Ottenuta questa condizione, provate ad **interrompere** il fascio **invisibile** con una mano o con un qualsiasi altro oggetto e, agendo in questo modo, vedrete il diodo led **spegnersi** e riaccendersi quando toglierete la mano.

- A questo punto provate ad allontanare lo stadio **trasmittente** dal **ricevente** di circa **1 metro** tenendo sempre sullo stesso asse i due diodi emittente e ricevente e se a questa distanza notate che il grosso diodo led si **spegne,** ruotate **delicamente** il cursore del trimmer **R13** fino a quando non lo vedrete **riaccendersi**.

La **massima** portata di questo fascio **invisibile,** una volta tarato il trimmer **R13** si aggira sui **3-3,5 metri**, quindi se supererete questa distanza il diodo led si **spegnerà**.

Se alimenterete il ricevitore con una tensione minore, ad esempio **12-9 volt**, si ridurrà la **portata massima**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per realizzare lo stadio trasmittente **LX.5006** (vedi fig.343) compreso il circuito stampato già forato .... L. 7.000

Costo di tutti i componenti per realizzare lo stadio ricevente **LX.5007** (vedi fig.346) compreso il circuito stampato già forato .... L. 22.000

Costo del solo stampato LX.5006 .... L. 1.500

Costo del solo stampato LX.5007 .... L. 4.000

Ai prezzi riportati già comprensivi di IVA andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

SEMPLICE RICEVITORE per ONDE MEDIE

In questa Lezione vi insegneremo come realizzare un **semplice ricevitore** per **onde medie** e grande sarà la vostra emozione nel constatare che questo piccolo apparecchio costruito interamente con le vostre mani, vi permetterà di ricevere di giorno le **emittenti** locali e di notte diverse emittenti **estere**.

Anche se non conoscete ancora alcuni componenti che useremo per realizzare questo ricevitore, non preoccupatevi, perchè se seguirete attentamente tutte le nostre istruzioni riuscirete ugualmente a farlo funzionare.
Iniziamo la descrizione di questo progetto dallo schema elettrico riprodotto in fig.352 per spiegarvi, passo per passo, tutte le funzioni svolte dai vari componenti.

Ad una delle due prese **antenna** contrassegnate dalle lettere **A-B** dovremo collegare un filo di rame, lungo da **3** a **5 metri**, che ci servirà per captare i segnali di **alta frequenza** vaganti nello spazio.
Maggiore sarà la lunghezza dell'antenna più emittenti riusciremo a captare.

Fig.351 La MF1 si presenta come un piccolo parallelepipedo metallico al cui interno sono racchiuse le due bobine L1-L2.

In funzione della lunghezza dell'antenna dovremo verificare sperimentalmente se sia meglio usare la presa **A** o la presa **B**.
Tutti i segnali captati dall'antenna giungeranno sulla bobina **L1** e, poichè questa risulta avvolta sopra alla bobina **L2**, si trasferiranno per via **induttiva** dalla prima bobina alla seconda bobina.

A titolo informativo vi diciamo che queste due bobine risultano racchiuse entro un piccolo contenitore metallico che abbiamo siglato **MF1** (vedi fig.351).

La bobina che dovremo accordare per poterci **sintonizzare** sulla emittente da ricevere è quella siglata **L2**, che ha un valore d'**induttanza** che si aggira intorno ai **330 microHenry** circa.

Sapendo che le **onde medie** coprono una gamma compresa tra i **550 KHz** e i **1.600 KHz**, dovremo necessariamente conoscere quale capacità **minima** e **massima** dovremo applicare in parallelo a questa bobina da **330 microHenry** per poterci sintonizzarci sulla frequenza richiesta.

La formula da utilizzare per ricavare il valore di questa **capacità** è la seguente:

pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x microHenry]

Poichè tale formula richiede che la **frequenza** risulti espressa in **MegaHertz** anzichè in **KiloHertz**, la prima operazione che dovremo compiere sarà quella di convertire i **550 KHz** e i **1.600 KHz** in **MegaHertz** dividendoli per **1.000** e, in tal modo, otterremo:

550 : 1.000 = 0,55 MHz
1.600 : 1.000 = 1,60 MHz

Come seconda operazione dovremo elevare al **quadrato** il valore di queste due **frequenze**:

0,55 x 0,55 = 0,30
1,60 x 1,60 = 2,56

Dopodichè potremo moltiplicare questi due numeri per il valore dell'**induttanza** che, come sappiamo, risulta di **330 microHenry**:

0,30 x 330 = 99
2,56 x 330 = 844

A questo punto, per conoscere il valore delle **capacità minima** e **massima** da applicare in parallelo alla bobina **L2** dovremo dividere il numero fisso **25.300** per questi due valori e, così facendo, otterremo:

25.300 : 99 = 255 picoFarad
25.300 : 844 = 29,9 picoFarad

Collegando in **serie** agli estremi della bobina **L2** due **diodi varicap** tipo **BB.112** da **550 picoFarad** (vedi **DV1-DV2**) otterremo una capacità **dimezzata,** cioè **275 picoFarad**, perchè, come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.3**, collegando due capacità di identico valore in **serie** la capacità totale si **dimezza**.

Se su questi due diodi **varicap** applichiamo una tensione **positiva** variabile da **0 volt** a **9,1 volt** (tensione di lavoro dei diodi **BB.112**), riusciremo a far scendere la loro capacità massima da **275 picoFarad** a circa **20 picoFarad**.

Preleveremo la tensione da applicare a questi **diodi** dal **cursore** centrale del potenziometro siglato **R3**.

Ruotando la manopola del potenziometro verso il terminale di **massa**, otterremo la **massima** capacità, cioè **275 picoFarad,** ruotandola invece verso la resistenza **R2** otterremo la **minima** capacità, cioè **20 picoFarad**.

Per sapere su quale **frequenza** ci sintonizzeremo con questa capacità **variabile** da **275 pF** a **20 pF** utilizzando una **induttanza** da **330 microHenry** potremo usare la formula:

$$\text{KHz} = 159.000 : \sqrt{\text{picoFarad x microHenry}}$$

Nella **Tabella N.20** riportiamo il valore della **frequenza** in **KHz** sulla quale ci sintonizzeremo applicando sui due **diodi varicap** una tensione **variabile** da **0** a **8 volt**:

TABELLA N.20

tensione sui diodi varicap	capacità ottenuta	frequenza di sintonia
0 volt	275 pF	530 KHz
1,0 volt	250 pF	550 KHz
1,5 volt	210 pF	600 KHz
2,0 volt	160 pF	690 KHz
2,5 volt	130 pF	770 KHz
3,0 volt	110 pF	830 KHz
3,5 volt	80 pF	970 KHz
4,0 volt	60 pF	1.130 KHz
5,0 volt	50 pF	1.240 KHz
6,0 volt	40 pF	1.380 KHz
7,0 volt	30 pF	1.590 KHz
8,0 volt	20 pF	1.900 KHz

Nota = I valori della **capacità** e della **frequenza** sono approssimativi perchè i **diodi varicap** sono caratterizzati da una propria **tolleranza.**

Il segnale della **emittente** che riusciremo a captare verrà inviato, tramite il condensatore **C4** da **22 picoFarad**, sul terminale **G**ate del semiconduttore chiamato **fet**, che nello schema elettrico abbiamo contrassegnato con la sigla **FT1**.
Questo **fet** amplificherà il segnale di circa **10-15 volte**, quindi sul suo terminale d'uscita, denominato **D**rain, otterremo un segnale di **RF** con un'ampiezza **10-15 volte** maggiore rispetto a quella presente ai capi della bobina **L2**.
L'impedenza **JAF1** collegata sul **D**rain di questo **fet**, impedirà al segnale **RF**, che abbiamo amplificato, di raggiungere la resistenza **R6** e quindi di scaricarsi sulla tensione di alimentazione dei **15 volt** positivi.

Il segnale **RF** non potendo attraversare l'impedenza **JAF1**, sarà obbligato ad attraversare il condensatore **C7** da **100.000 picoFarad** e a raggiungere il **diodo** siglato **DG1** che provvederà a **raddrizzarlo**.
Sull'uscita di questo **diodo raddrizzatore** otterremo le sole **semionde negative** del segnale di **alta frequenza** con sovrapposto il segnale di **BF** come risulta visibile in fig.354.
Il condensatore **C9** da **100 pF**, posto tra l'uscita di questo diodo e la **massa,** servirà per eliminare dal segnale **raddrizzato** il solo segnale di **RF**, così che sulla sua uscita sarà disponibile il solo segnale di **bassa frequenza** (vedi fig.354).

Questo segnale di **bassa frequenza**, passando attraverso il condensatore **C10** da **15.000 picoFarad**, viene applicato sul **G**ate di un secondo **fet** (vedi **FT2**) per essere amplificato.

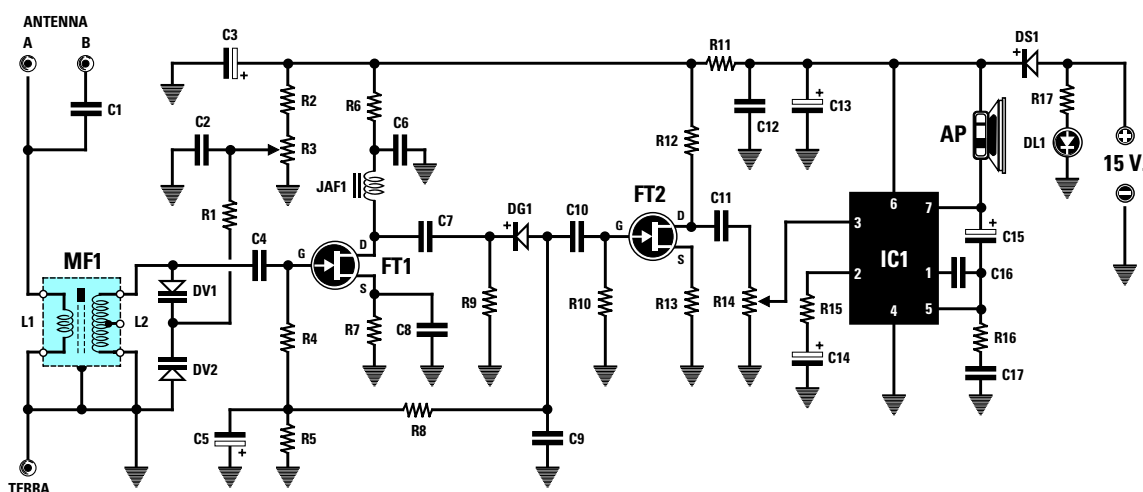



Fig.352 Schema elettrico del ricevitore per Onde Medie ed elenco dei componenti.

R1 = 22.000 ohm
R2 = 3.900 ohm
R3 = 4.700 ohm potenz.
R4 = 1 Megaohm
R5 = 1 Megaohm
R6 = 2.700 ohm
R7 = 2.200 ohm
R8 = 220.000 ohm
R9 = 47.000 ohm
R10 = 1 Megaohm
R11 = 100 ohm
R12 = 3.300 ohm
R13 = 1.000 ohm
R14 = 10.000 ohm potenz.
R15 = 100 ohm
R16 = 1 ohm
R17 = 1.000 ohm

C1 = 100 pF ceramico
C2 = 100.000 pF polistere
C3 = 47 microF. elettrolitico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 2,2 microF. elettrolitico
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 100 pF ceramico
C10 = 15.000 pF poliestere
C11 = 100.000 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere
C13 = 220 microF. elettrolitico
C14 = 100 microF. elettrolitico
C15 = 100 microF. elettrolitico
C16 = 680 pF ceramico
C17 = 220.000 pF poliestere

JAF1 = impedenza 10 milliH.
DV1 = diodo varicap BB.112
DV2 = diodo varicap BB.112
DS1 = diodo silicio 1N.4007
DG1 = diodo germanio AA.117
DL1 = diodo led rosso
MF1 = MF con nucleo Rosso
FT1 = Fet tipo J.310
FT2 = Fet tipo J.310
IC1 = integrato TBA.820/M
AP = altoparlante 8 ohm
0,8 Watt tipo AP07.2

Nota = Tutte le resistenze utilizzate in questo ricevitore sono da 1/4 di Watt.

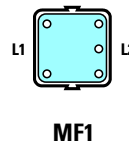
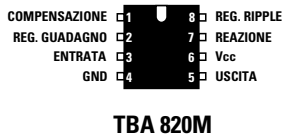
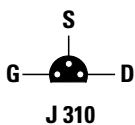
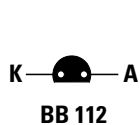



Fig.353 Connessioni dei terminali dei diodi varicap BB.112, del fet J.310 e della Media Frequenza MF1 viste da sotto. Le connessioni del solo integrato TBA.820/M sono viste da sopra. Ricordate che il terminale più lungo del diodo DL1 è l'A ed il più corto il K.

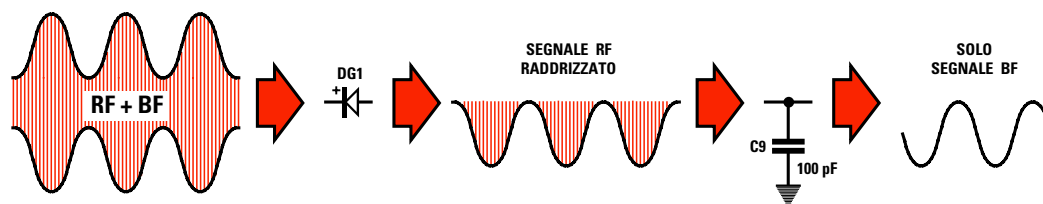



Fig.354 Un segnale RF modulato in ampiezza presenta sempre sovrapposto sulle due estremità superiore ed inferiore il segnale di BF. Questo segnale applicato sull'ingresso del diodo DG1 lascerà passare le sole "semionde negative" compreso il segnale BF ad esse sovrapposto. Il condensatore C9 da 100 pF collegato tra l'uscita del diodo DG1 e la massa (vedi fig.352) eliminerà il segnale RF ma non il segnale di BF.

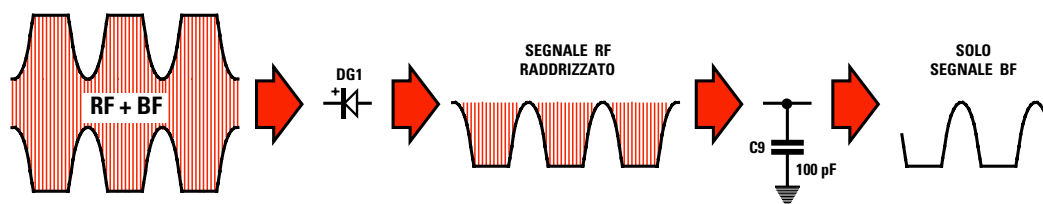



Fig.355 Se in un ricevitore non fosse presente un Controllo Automatico di Guadagno tutti i segnali molto forti saturerebbero gli stadi preamplificatori. In un segnale saturato le estremità del segnale RF+BF verrebbero "tosate" e in tali condizioni il segnale BF raddrizzato non avrebbe più una perfetta forma sinusoidale bensì una forma distorta.

Sul terminale **D**rain di questo **fet** il segnale di **BF** amplificato verrà prelevato dal condensatore **C11** da **100.000 pF** ed applicato sul potenziometro **R14** che utilizzeremo come **controllo di volume**.

Il segnale **BF** che preleveremo dal cursore di questo potenziometro, lo invieremo sul piedino **3** di un piccolo **integrato** siglato **IC1,** che contiene un completo amplificatore di **potenza** per segnali di **bassa frequenza**.

Collegando al piedino d'uscita **7** di questo **integrato** un piccolo **altoparlante** potremo ascoltare tutte le emittenti che riusciremo a captare.

Detto questo, dobbiamo ritornare al diodo **raddrizzatore** siglato **DG1** per dirvi che sul suo terminale di uscita chiamato **anodo** risulterà presente una **tensione negativa**, la cui ampiezza risulterà proporzionale all'ampiezza del segnale in **alta frequenza** captato dall'antenna.

Installando un'antenna lunga circa **5 metri**, tutte le **emittenti** molto **vicine** riusciranno a fornire una tensione **positiva** con un'ampiezza che potrà raggiungere un massimo di **1 - 1,2 volt negativi**, mentre se capteremo **emittenti** molto **lontane** questa ampiezza non supererà mai gli **0,2 - 0,3 volt negativi**.

Questa tensione **negativa**, non potendo raggiungere il fet **FT2** per la presenza del condensatore **C10** (questo condensatore serve solo per lasciare passare i segnali **alternati** di **bassa frequenza** e non la **tensione continua**), si riverserà sulla resistenza **R8** e raggiungerà così le due resistenze **R4-R5** collegate al **G**ate del fet **FT1**.

Se capteremo un segnale molto **forte,** su queste due resistenze giungerà una tensione **negativa** di circa **1 - 1,2 volt**, mentre se capteremo un segnale molto **debole**, su queste due resistenze giungerà una tensione **negativa** di circa **0,2 - 0,3 volt**.

A questo punto vi chiederete a cosa serva far giungere su queste resistenze una tensione **negativa** che varia al variare dell'ampiezza del segnale **captato** dall'antenna.
Questa tensione viene utilizzata per far variare in modo **automatico** il **guadagno** del **fet**, cioè per amplificare di **più** o di **meno** il segnale captato dall'antenna.

Quando su queste due resistenze giungerà una tensione **negativa** di circa **1 - 1,2 volt**, il **fet** amplificherà il segnale captato dall'antenna soltanto di **3 - 2 volte**.
Quando invece su queste due resistenze giungerà una tensione **negativa** di circa **0,2 - 0,3 volt**, il **fet** la amplificherà di ben **12-15 volte**.

Senza questo **controllo automatico di guadagno** tutte le emittenti **molto forti** verrebbero amplificate di **12-15 volte** e, conseguentemente, sull'uscita del diodo, otterremmo un segnale di **bassa frequenza** molto **distorto** perchè tutte le semionde negative verrebbero **tosate** (vedi fig.355) e quindi il segnale di **bassa frequenza**, raddrizzato dal diodo **DG1,** non avrebbe più una forma **sinusoidale**.

Pertanto questo **Controllo Automatico di Guadagno**, chiamato comunemente **CAG**, ci servirà per amplificare per il loro **massimo** i segnali **molto deboli** e per amplificare per il loro **minimo** i segnali **molto forti**, onde **evitare** delle distorsioni.

Per alimentare questo ricevitore dovremo utilizzare una tensione continua di **15 volt**, che preleveremo dall'alimentatore **LX.5004** che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.7**.

Per evitare che, a causa di una semplice disattenzione, la tensione **negativa** di alimentazione venga inserita nel terminale **positivo** della morsettiera, con il rischio di bruciare i **fet** e l'**integrato IC1**, abbiamo inserito una **protezione** costituita dal diodo al silicio siglato **DS1**.

Se inavvertitamente collegheremo a questo ingresso la tensione **negativa**, tale diodo impedirà che questa tensione **inversa** possa entrare nel ricevitore.

Il **diodo led** siglato **DL1** collegato sulla tensione positiva di alimentazione dei **15 Volt**, ci servirà da lampada **spia** perchè si accenderà solo quando il ricevitore risulterà alimentato.

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel kit che vi forniremo, siglato **LX.5008**, troverete tutti i componenti visibili in fig.357 compresi un **mobile** e le manopole da collocare sui potenziometri.

Prima di procedere alla descrizione del montaggio, desideriamo ricordarvi che tutti i circuiti elettronici che vi presentiamo nelle nostre **Lezioni** funzioneranno non appena ultimati, sempre che non vengano commessi degli **errori** e che si eseguano delle **saldature perfette**.

Per questo, prima di inserire una resistenza o un condensatore nella posizione richiesta, dovrete leggere sul loro corpo il relativo valore e in caso di dubbio potrete aiutarvi con le **tabelle** riportate nella **Lezione N.2**.
Una volta in possesso del circuito stampato siglato **LX.5008**, il primo componente che consigliamo di montare sullo stampato è lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**.
Dopo aver saldato tutti i suoi piedini, controllate che qualche **grossa** goccia di stagno non abbia **cortocircuitato** tra loro due piedini adiacenti.
Il secondo componente che vi consigliamo di inserire è la **MF1** che racchiude le due bobine siglate **L1** e **L2**.
Oltre a saldare sulle piste dello stampato i suoi **5 terminali**, dovrete anche saldare le due linguelle metalliche di **massa** collegate all'involucro metallico della **MF1**.
Completata queste operazione, potrete inserire tutte le resistenze controllando il **codice** dei **colori** presente sul loro corpo.
Ad esempio, quando inserirete la resistenza **R1** da **22.000 ohm**, dovrete cercare tra tutte le resisten-

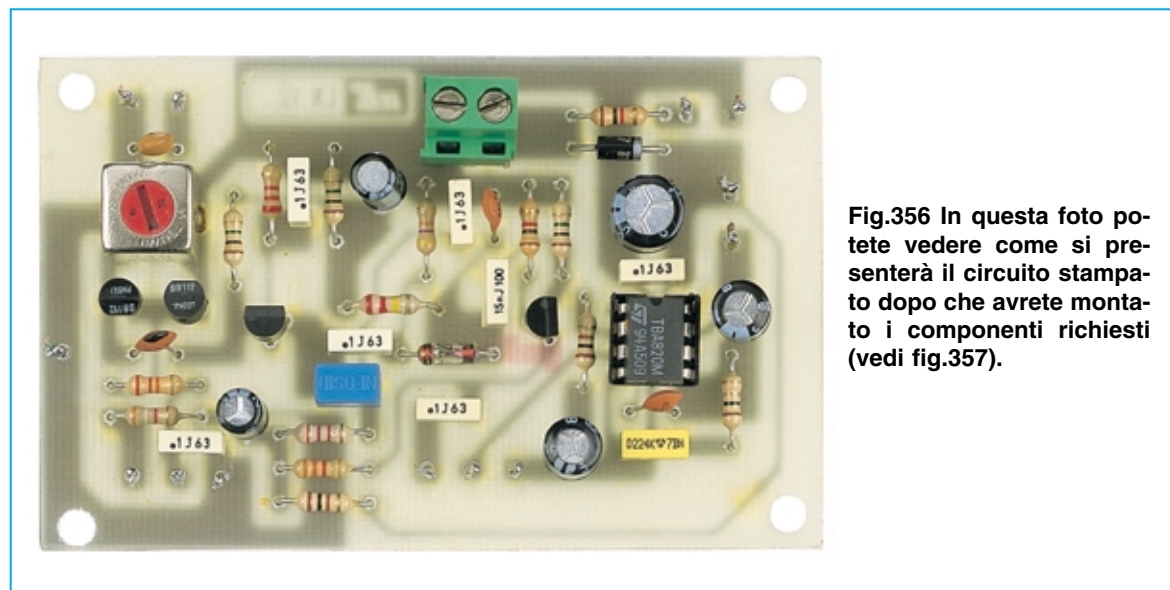



Fig.356 In questa foto potete vedere come si presenterà il circuito stampato dopo che avrete montato i componenti richiesti (vedi fig.357).

ze che troverete nel kit quella che presenta stampigliati sul proprio corpo i seguenti colori:

rosso-rosso-arancio-oro

Quando inserirete le tre resistenze **R4-R5-R10** da **1 Megaohm**, dovrete ricercare quelle contraddistinte dai seguenti colori:

marrone-nero-verde-oro

e nello stesso modo potrete procedere per tutte le resistenze da inserire nel circuito stampato.

Il corpo di tutte le resistenze deve essere pressato in modo che aderisca perfettamente sul circuito stampato.
Dopo aver saldato i due terminali di ciascuna di esse, dovrete tagliarne la lunghezza eccedente con un paio di forbici o meglio ancora con delle piccole tronchesine.

Una volta saldate tutte le resistenze sullo stampato, dovrete inserire il diodo **DS1** che ha il corpo **plastico** in prossimità della resistenza **R17**, rivolgendo la **fascia bianca** che contorna il suo corpo verso destra come visibile in fig.357.
Dovrete quindi inserire il secondo diodo siglato **DG1,** che ha il corpo in **vetro**, nei due fori posti sopra al condensatore **C11** rivolgendo la **fascia nera** che contorna il suo corpo verso l'impedenza **JAF1**.

Se rivolgerete la fascia in colore di questi diodi in senso inverso il ricevitore **non funzionerà**.

Dopo questi componenti potrete inserire tutti i condensatori **ceramici** e **poliestere**, controllandone il relativo valore nell'elenco componenti di fig.352.
In caso di dubbio, potrete sempre controllare nella **Lezione N.2** come questi risultano codificati.

Proseguendo nel montaggio, potrete inserire tutti i condensatori **elettrolitici** controllando attentamente che il loro terminale **positivo** risulti inserito nel foro contrassegnato dal segno **+**.
Il terminale **positivo** di **C3** va collocato nel foro in modo che risulti rivolto verso il **basso**, quello di **C5** verso l'alto, quello di **C13** verso destra e quello di **C14-C15** verso l'alto.

Se sul corpo di questi condensatori non è indicato quale dei due terminali è il **positivo**, tenete presente che quest'ultimo è sempre il **più lungo**.

A questo punto potrete inserire l'**impedenza** siglata **JAF1**, poi i due fet **FT1-FT2** che presentano, stampigliata sul proprio corpo, la sigla **J.310** seguita da lettere o numeri di cui non dovete tenere conto trattandosi del **codice** utilizzato dalla Casa Costruttrice per stabilire in quale data è stato costruito quel determinato componente.

Quando inserirete il fet **FT1,** dovrete rivolgere la parte **piatta** del suo corpo verso le resistenze **R4-R7**, mentre quando inserirete **FT2** dovrete rivolgere la parte **piatta** del suo corpo verso **IC1**.

Questi due fet vanno tenuti sollevati dal circuito stampato per quanto lo permette la lunghezza dei rispettivi terminali.

Dopo aver saldato i tre terminali del Fet, potrete prendere i due diodi varicap **DV1-DV2** che, come noterete, presentano stampigliata sul lato piatto del proprio corpo la sigla **BB.112.**
Anche questi diodi non vanno spinti a fondo nello stampato, bensì vanno tenuti sollevati così come avete fatto per il Fet.
Quando inserirete **DV1** sulla sinistra della **MF1**, dovrete rivolgere il suo corpo **piatto** verso il **basso**, mentre quando inserirete **DV2** sulla destra della **MF1**, dovrete rivolgere il suo corpo **piatto** verso l'**alto** come appare ben evidenziato nella fig.357.

Da ultimo montate la morsettiera a **2 poli** necessaria per entrare con i **15 volt** di alimentazione e inserite nei fori ai quali andranno collegati i fili delle boccole dell'**antenna** e della **terra**, quelli del diodo led **DL1**, dei due potenziometri **R3-R14** e quelli che collegherete all'**altoparlante**, quei piccoli "spilli" che troverete nel kit.
Questi spilli, chiamati **capifilo**, servono per saldare le estremità di tali fili.

A questo punto potrete inserire nel relativo zoccolo l'integrato **IC1**, cioè il **TBA.820/M**, spingendolo con forza, non dimenticando di rivolgere il lato del suo corpo contraddistinto dall'incavo a forma di **U** verso il condensatore **C12**.
Se constatate che i suoi piedini sono troppo divaricati, tanto da non entrare nelle guide nello zoccolo, potrete avvicinarli pressando il corpo dell'integrato sul piano di un tavolo.

Verificate attentamente che tutti i piedini dell'integrato entrino perfettamente nelle rispettive sedi, perchè può accadere che un **solo** piedino fuoriesca lateralmente dallo zoccolo, e in queste condizioni il circuito **non** può funzionare.

Dopo aver inserito l'integrato, potrete mettere momentaneamente in disparte il vostro montaggio e prendere il **mobile** plastico.

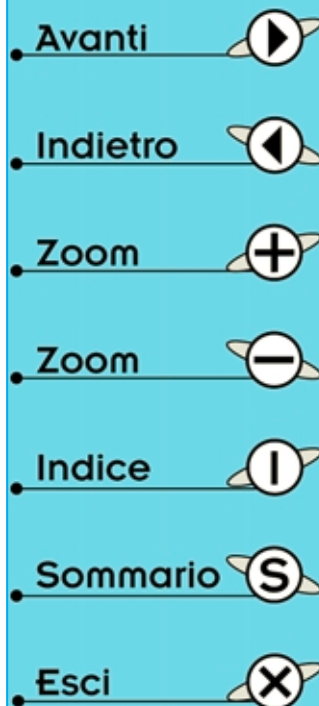
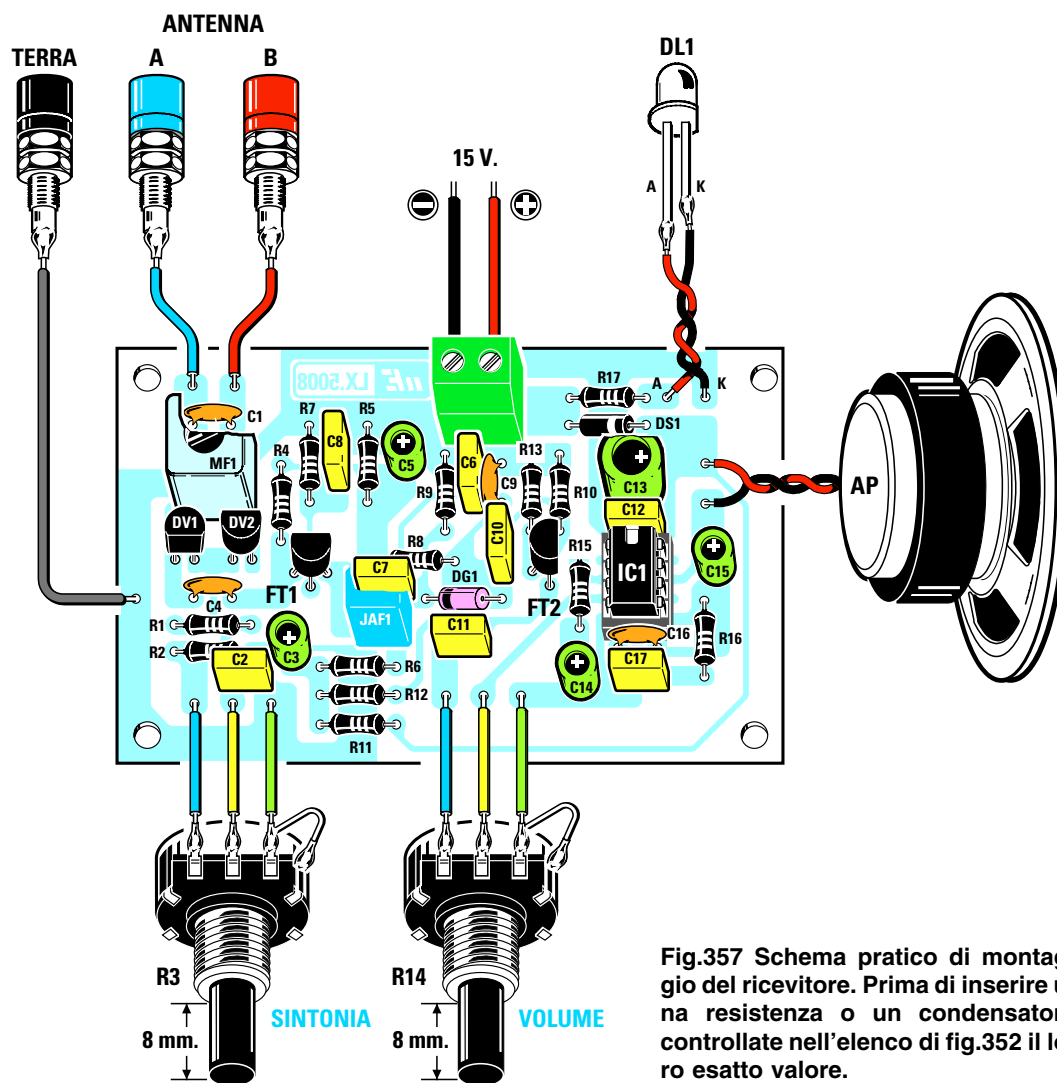



Fig.357 Schema pratico di montaggio del ricevitore. Prima di inserire una resistenza o un condensatore controllate nell'elenco di fig.352 il loro esatto valore.

Fig.358 Il circuito stampato in fibra di vetro che vi forniremo, oltre ad essere già forato presenta un disegno serigrafico con tutte le sigle dei componenti da inserire.

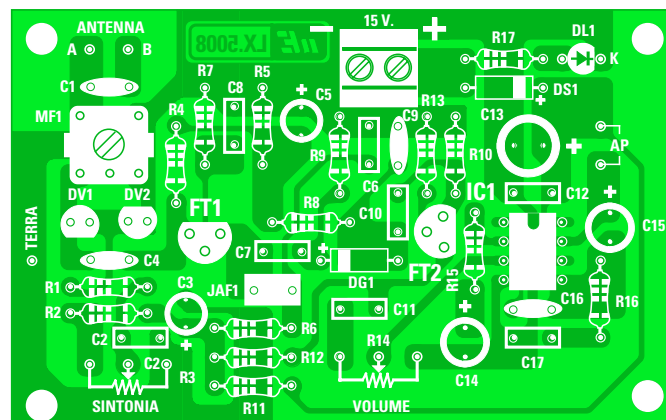
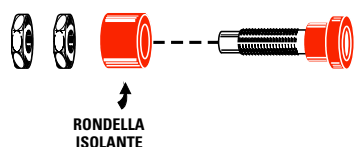



Fig.359 Prima di inserire le tre boccole per l'antenna e la terra, dovrete svitare dal loro corpo i relativi dadi e togliere dal retro la piccola rondella in plastica.

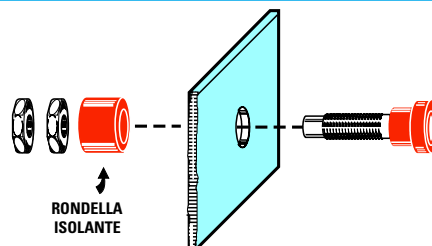



Fig.360 Il corpo della boccola andrà innestato nel foro presente sul pannello di alluminio, inserendo dal retro la rondella di plastica e i relativi dadi di fissaggio.

Nel foro di sinistra del pannello frontale dovrete inserire il potenziometro **R3** della **sintonia**, che riconoscerete dalla cifra **4.700** stampigliata sul suo corpo e nel foro di destra il potenziometro **R1** del **volume** contraddistinto dalla sigla **10K**.

Poichè questo potenziometro presenta dei perni **molto lunghi**, dovrete accorciarli per non ritrovarvi con delle **manopole** troppo distanti dal pannello frontale.
Per farlo, dovrete acquistare in ferramenta un **seghetto**, dovrete poi stringere i suoi dadi sul pannello ed infine procurarvi una **chiave** da **14 mm**. preferibilmente a tubo.
Questi accessori meccanici che acquisterete vi serviranno anche per tutti i montaggi futuri.
Sullo stesso pannello frontale dovrete fissare anche la piccola **gemma** cromata del diodo led **DL1**.

Sul pannello posteriore dovrete inserire le boccole della **Terra** e dell'**Antenna** procedendo come segue:

- Prendete le boccole e svitate i due dadi.
- Sfilate dal corpo della boccola la **rondella isolante** (vedi fig.359).
- Inserite il corpo della boccola all'interno del foro, ponete sul retro la **rondella isolante** ed infine serrate il tutto con dado e controdado (vedi fig.360).

Questa operazione è necessaria per **isolare** il corpo metallico della boccola dal metallo del pannello.

Eseguita questa operazione, dovrete inserire nei quattro fori presenti sullo stampato **LX.5008** i perni dei **supporti plastici** che troverete nel kit, dovrete quindi togliere la carta protettiva che riveste le

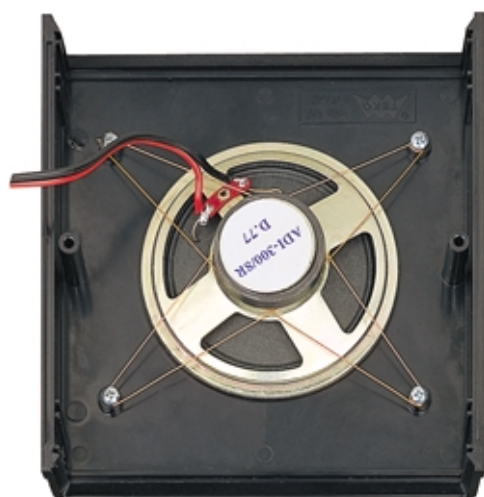



Fig.361 Per fissare l'altoparlante sul coperchio del mobile dovrete avvitare nei supporti plastici delle viti autofilettanti e poi avvolgete su queste due spezzoni di filo di rame disponendoli a X.

Fig.362 Per fissare la basetta del ricevitore all'interno del mobile, dovrete inserire nei quattro fori presenti nel circuito stampato i perni dei distanziatori plastici che troverete inclusi nel kit.

loro basi ed infine li dovrete appoggiare sul piano del mobile praticando una leggera pressione, in modo tale che l'adesivo blocchi lo stampato nel mobile.

Inserito il pannello frontale nelle guide del mobile, dovrete collegare i terminali dei potenziometri ai capifilo presenti nel circuito stampato.
Come noterete osservando la fig.357, il terminale di **destra** di ogni potenziometro andrà collegato con un corto spezzone di filo di rame al loro corpo metallico.
Questo collegamento serve per collegare a **massa** la loro carcassa metallica, in modo da **schermare** la resistenza interna del potenziometro.
Con altri due fili isolati in plastica dovrete collegare i terminali del diodo led **DL1** ai capifilo posti in alto e contrassegnati dalle lettere **A-K**.
Il capofilo **A** andrà collegato al terminale **più lungo** presente sul corpo del diodo ed il capofilo **K** al terminale **più corto**.
Se invertirete questi due fili il diodo led non si accenderà.
A questo punto dovrete collegare con degli spezzoni di filo di rame isolato in plastica le tre boccole **Terra-Antenna** come visibile in fig.357.

Prima di collegare l'**altoparlante** lo dovrete fissare sul coperchio del mobile e per far questo dovrete avvitare nei supporti in plastica quattro viti autofilettanti, che userete come punto di appoggio per degli spezzoni di filo di rame (vedi fig.361).
Sui due terminali dell'altoparlante dovrete saldare due fili, collegando poi quest'ultimi ai due terminali capifilo posti in prossimità del condensatore **C13**.

Eseguita quest'ultima operazione, potrete collegare i due fili dei **15 volt** di alimentazione che preleverete dall'alimentatore **LX.5004** alla morsettiera a **2 poli** facendo attenzione a non invertire il filo **positivo** con il **negativo**.

Stabiliti tutti questi collegamenti, ora dovrete preoccuparvi dell'**antenna** perchè senza questo filo non riuscirete a captare i segnali emessi dalle emittenti locali che trasmettono sulle **Onde Medie**.
Presso un negozio di materiale elettrico acquistate una ventina di metri di filo sottile isolato in plastica del tipo utilizzato per gli impianti per campanelli e, nel caso non riusciate a procurarvelo, utilizzate una decina di metri di piattina bifilare per impianti elettrici che poi separarete in modo da ottenere due singoli fili.
Un filo lo userete per l'**antenna** e l'altro per la presa **terra**.
Il filo che userete come **antenna** lo potrete stendere tra due pareti, oppure potrete farlo scendere dalla finestra o collegarlo alla presa antenna del vostro televisore.

Il filo che userete come **terra** lo potrete collegare ad un rubinetto o al metallo di un termosifone.
Se non userete il filo di **terra**, non solo il ricevitore risulterà molto **meno sensibile**, ma capterà anche i disturbi generati dalle lampade fluorescenti.

QUELLO che occorre SAPERE

- Se userete per l'antenna un filo **molto corto** capterete solo l'emittente **locale** più vicina.

- Se non userete una presa **terra** il ricevitore non riuscirà a captare le emittenti più deboli.

- Se inserirete l'antenna nella presa **A** il segnale risulterà più forte, ma otterrete una **minore selettività**, quindi ascolterete ogni emittente su una banda molto larga.

- Se inserirete l'antenna nella presa **B** il segnale risulterà più attenuato, ma migliorerà la **selettività**, cioè l'emittente locale disturberà molto meno le emittenti deboli.

- Se nella stanza avete una lampada al **neon** questa potrebbe disturbare la ricezione. Se notate dei disturbi provate a spegnerla e noterete che questi rumori spariranno.

- Ricordate che questo ricevitore utilizza un solo **fet** per amplificare i segnali radio, quindi non pretendete che faccia dei miracoli.

- Per ottenere una maggiore **sensibilità** e **selettività** occorre un ricevitore con un maggiore numero di componenti, che vi presenteremo in una delle prossime lezioni.

Essere riusciti a realizzare un ricevitore radio **partendo da zero** è già un successo che non dovete sottovalutare.

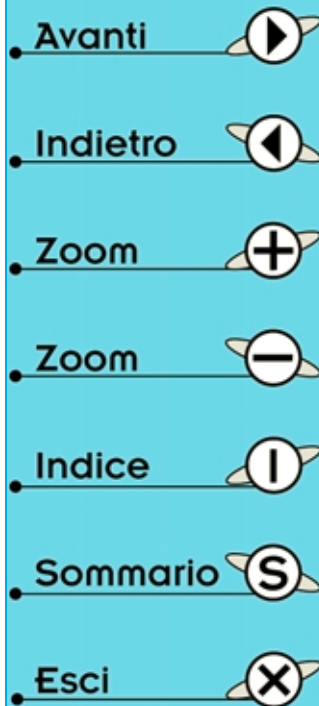
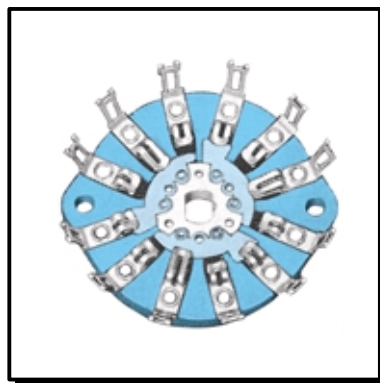
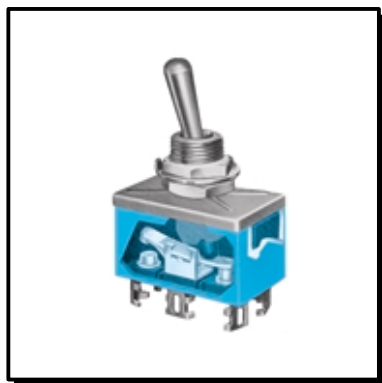
Se non riuscirete a farlo funzionare non preoccupatevi, perchè se ce lo invierete, ve lo rispediremo funzionante spiegandovi anche dove avete sbagliato.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per realizzare questo ricevitore siglato **LX.5008** (vedi fig.357), cioè circuito stampato, resistenze, condensatori, fet, diodi varicap, potenziometri, altoparlante, più due manopole, **escluso** il solo mobile plastico... L. 45.000

Costo del mobile plastico **MO.5008** completo di una mascherina in alluminio serigrafata... L. 14.500

Costo del solo stampato **LX.5008**............L. 4.500

Ai prezzi riportati già comprensivi di IVA andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

Per sapere quanti **volt** sono presenti nei diversi punti di un circuito elettronico o per conoscere quanti **milliamper** o **amper** questo assorbe è necessario uno strumento di misura chiamato **tester**. Disponendo di questo strumento è possibile leggere anche il valore **ohmico** di qualsiasi resistenza.

In commercio esistono due diversi modelli di **tester**, quelli chiamati **analogici** che si possono facilmente riconoscere perchè sono provvisti di uno strumento a lancetta che devia su un quadrante graduato e quelli chiamati **digitali** che, in sostituzione dello strumento, sono dotati di un **display** a cristalli liquidi sul quale appare un **numero**.

A chi non ha mai usato un **tester analogico** può risultare difficoltoso leggere sulle scale graduate dello strumento l'esatto valore in funzione della posizione in cui viene ruotata la manopola delle **portate** e lo stesso dicasi per i **tester digitali**, anche perchè si deve sempre ricordare che il **punto** interposto tra due cifre equivale ad una **virgola**, quindi se sul display appare, ad esempio, il numero **1.500** si dovrà leggere **1,5**.
Se questo **punto** appare sulla sinistra del numero equivale a **0**, quindi se sul display appare il numero **.5** si dovrà leggere **0,5**.

Avanti
Indice

LO STRUMENTO DI MISURA CHIAMATO TESTER

Il primo strumento di **misura** che occorre acquistare per lavorare in campo elettronico è il **tester**, perchè con questo strumento si possono misurare i **volt** di una **tensione**, gli **amper** di una **corrente** e gli **ohm** di una **resistenza**.

I **tester** reperibili in commercio possono essere di tipo **Analogico** oppure di tipo **Digitale** e la differenza che intercorre tra questi due modelli è la seguente:

I tester **Analogici** sono provvisti di un **microamperometro** la cui **lancetta**, muovendosi da sinistra verso destra, indica sopra una scala graduata il valore di **volt-amper-ohm** (vedi fig.368).

I tester **Digitali** non hanno nessuna lancetta ma un solo **display LCD** in grado di visualizzare il valore di **volt-amper-ohm** in **numeri** (vedi fig.370).

TESTER ANALOGICO

Nei tester **analogici** sono presenti uno strumento da **10-20-30 microamper** e un **commutatore** meccanico che provvede a collegare in **serie** a questo strumento delle **resistenze** quando viene commutato sulla portata **voltmetro** (vedi fig.366) e a collegarle in **parallelo** quando viene commutato sulla portata **amperometro** (vedi fig.367).
Per farvi capire come funziona un **tester analogico** oltre a riportare lo schema elettrico delle tre funzioni base, cioè **voltmetro - amperometro - ohmetro**, vi insegneremo anche come si calcolano i valori delle **resistenze** da applicare in serie o in parallelo allo strumento **microamperometro**.

funzione VOLTMETRO

Ammettiamo che il **tester** in nostro possesso utilizzi uno strumento da **20 microamper** che presenta una resistenza **interna** da **1.200 ohm**.
Questa resistenza è quella del filo di rame avvolto sulla **bobina mobile** (vedi fig.364).

Se lo strumento dispone di **6 portate**:

1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 volt

il commutatore applicherà in **serie** allo strumento **6** diverse **resistenze** (vedi fig.366) il cui valore viene calcolato con la formula:

$$ohm = \frac{Volt}{microA.} \times 1.000.000 - Ri$$

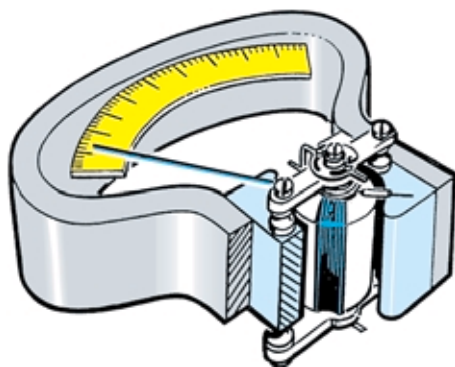



Fig.363 Alle estremità della calamita collocata all'interno dei tester Analogici è presente una "bobina mobile" provvista di una lancetta.
Più tensione verrà applicata ai capi della bobina più ampia risulterà la sua rotazione.

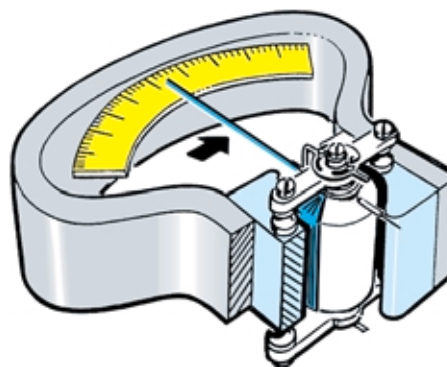



Fig.364 Se applicando ai capi della bobina mobile una tensione di 1 volt, la lancetta dello strumento si sposta completamente sul fondo scala, è intuitivo che applicando una tensione di soli 0,5 volt la lancetta si sposterà a metà scala.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.365 Se un giorno decideste di acquistare un Tester Analogico, sceglietene uno che abbia una sensibilità non inferiore a "20.000 ohm x volt" per ridurre gli errori di lettura.

volt = tensione da leggere a **fondo scala**,
microA = valore in **microamper** dello strumento,
Ri = resistenza **interna** dello strumento in **ohm**,
1.000.000 = numero fisso per i **microamper**.

Quindi, per la prima portata di **1 volt fondo scala** il valore della **resistenza** sarà di:

(1 : 20) x 1.000.000 - 1.200 = 48.800 ohm

Questa operazione matematica deve essere svolta come segue:

1 : 20 = 0,05

0,05 x 1.000.000 = 50.000

50.000 - 1.200 = 48.800 ohm

Con questo valore di **48.800 ohm** la lancetta dello strumento devierà sul **fondo scala** applicando sui suoi morsetti una tensione esatta di **1 volt**.

Conoscendo il valore della **resistenza** richiesta per leggere **1 volt**, potremo determinare la **sensibilità** dello strumento facendo la **somma** della resistenza **interna** più la resistenza posta in **serie**, vale a dire:

48.800 + 1.200 ohm = 50.000 ohm

Riferendoci al nostro esempio possiamo affermare che questo **tester** ha una **sensibilità** di:

50.000 ohm x volt

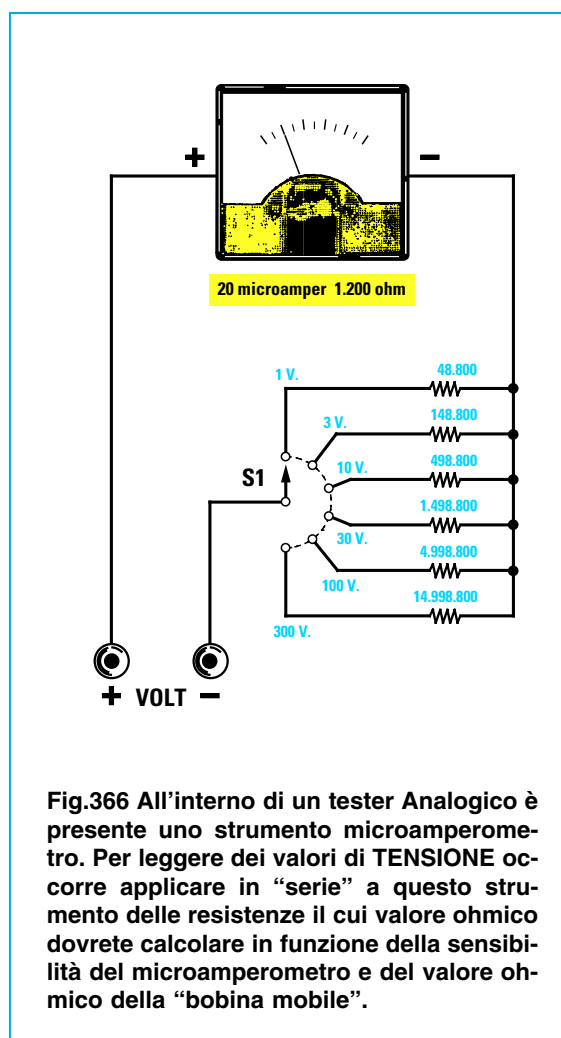



Fig.366 All'interno di un tester Analogico è presente uno strumento microamperometro. Per leggere dei valori di TENSIONE occorre applicare in "serie" a questo strumento delle resistenze il cui valore ohmico dovrete calcolare in funzione della sensibilità del microamperometro e del valore ohmico della "bobina mobile".

Con la formula sopra riportata potremo calcolare il valore delle **resistenze** da applicare in **serie** allo strumento, in modo che la lancetta di quest'ultimo devii sul **fondo scala** per questi valori di **tensione**:

1 volt = resistenza da **48.800 ohm**
3 volt = resistenza da **148.800 ohm**
10 volt = resistenza da **498.800 ohm**
30 volt = resistenza da **1.498.800 ohm**
100 volt = resistenza da **4.998.800 ohm**
300 volt = resistenza da **14.998.800 ohm**

Il **commutatore** siglato **S1** provvederà ad inserire il valore **ohmico** richiesto in funzione della **tensione massima** da leggere (vedi fig.366).

Nota = per il nostro esempio abbiamo scelto uno strumento con **6 portate**, ma in commercio è possibile reperire dei **tester** provvisti anche di una portata di **0,3 volt** e di **1.000 volt** fondo scala.

funzione AMPEROMETRO

Disponendo di uno strumento da **20 microamper** se vogliamo leggere a **fondo scala** questi valori di **corrente**:

0,3 - 3 - 30 - 300 - 3.000 milliamper

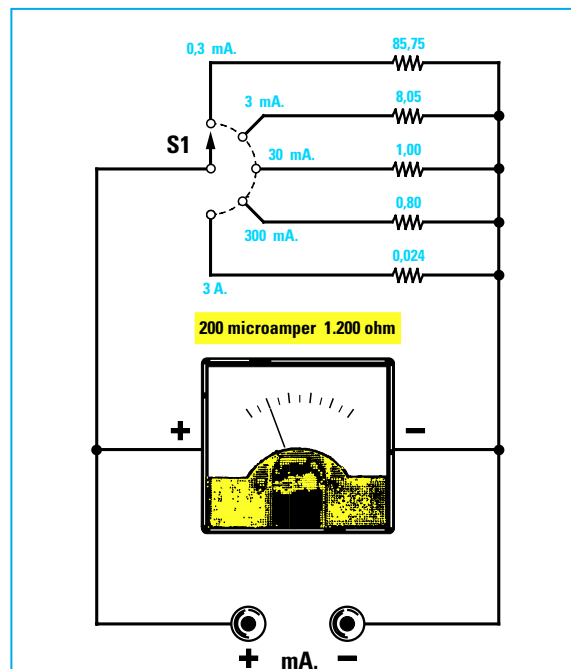



Fig.367 Per poter leggere dei valori di CORRENTE è necessario ridurre la sensibilità dello strumento applicando in parallelo delle resistenze.

dobbiamo collegare in **parallelo** allo strumento **5** diverse **resistenze** (vedi fig.367), il cui valore possiamo calcolare usando questa formula:

mA = **milliamper** dello strumento utilizzato,
Ri = resistenza **interna** dello strumento in **ohm**,
XmA = **milliamper** da leggere a **fondo scala.**

Poiché la formula richiede che la **sensibilità** dello strumento risulti espressa in **milliamper** e non in **microamper**, come prima operazione dobbiamo convertire i **20 microamper** in **milliamper** dividendoli per **1.000** e così facendo otterremo:

20 : 1.000 = 0,02 milliamper

Per ottenere la prima portata degli **0,3 milliamper fondo scala** dobbiamo utilizzare una resistenza di:

(0,02 x 1.200) : (0,3 - 0,02) = 85,71 ohm

Questa operazione matematica deve essere svolta nel seguente modo:

0,02 x 1.200 = 24
0,3 - 0,02 = 0,28
24 : 0,28 = 85,71 ohm

Con la formula sopra riportata possiamo calcolare il valore ohmico delle **resistenze** da applicare in **parallelo** allo strumento per far deviare la lancetta sul **fondo scala** per questi **5** valori di **corrente**:

0,3 mA = resistenza da **85,75 ohm**
3 mA = resistenza da **8,05 ohm**
30 mA = resistenza da **1,00 ohm**
300 mA = resistenza da **0,80 ohm**
1.000 mA = resistenza da **0,024 ohm**

Nota = l'ultima portata di **1.000 mA** corrisponde a **1 Amper** fondo scala. Infatti per convertire i **milliamper** in **amper** occorre dividerli per **1.000**.

Il **commutatore S1** provvederà ad inserire il valore **ohmico** richiesto in funzione della **corrente massima** che desideriamo leggere (vedi fig.367).

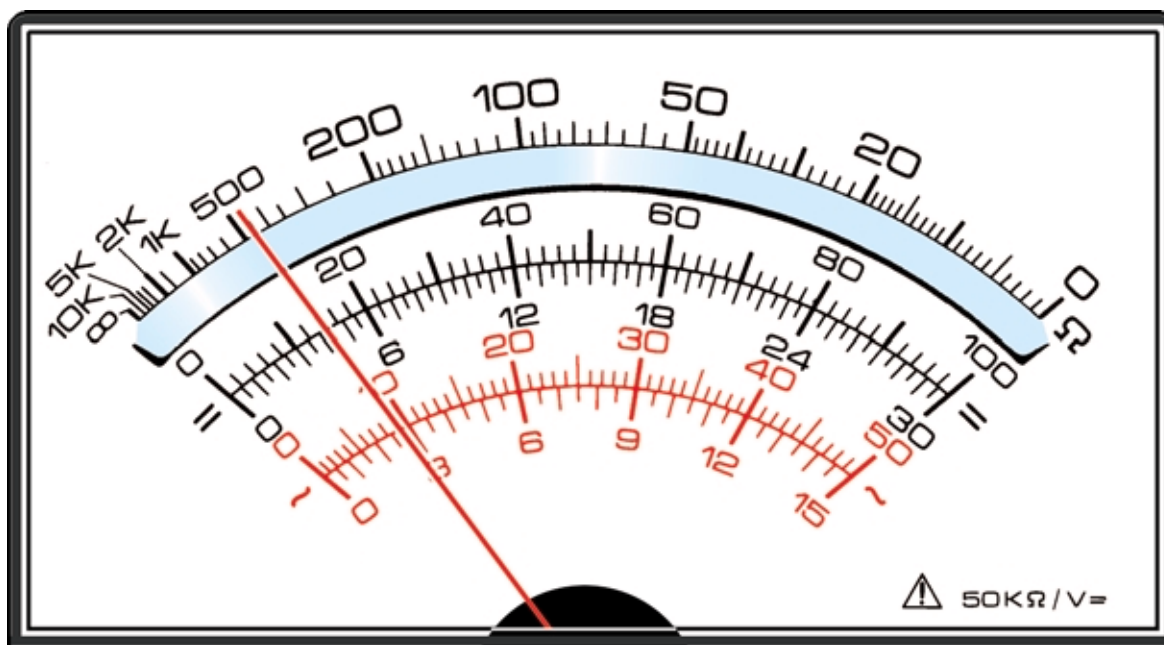



Fig.368 Nel quadrante di un Tester Analogico sono presenti una sola scala graduata per gli Ohm, che partendo da sinistra con 10 Kohm termina a destra con 0 Ohm, due scale graduate da 0 a 100 e da 0 a 30 per leggere i Volt e gli Amper in "continua" e due scale graduate da 0 a 50 e da 0 a 15 per leggere i Volt e gli Amper in "alternata".

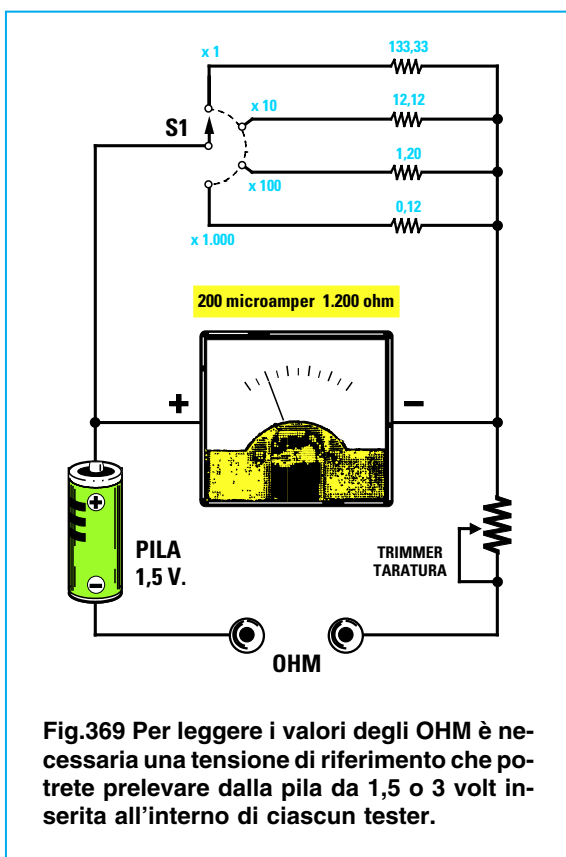
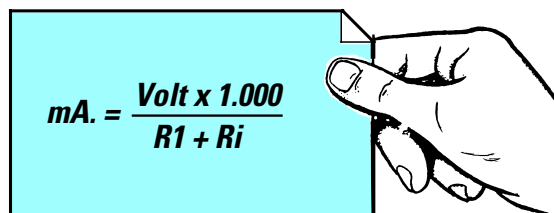



Fig.369 Per leggere i valori degli OHM è necessaria una tensione di riferimento che potrete prelevare dalla pila da 1,5 o 3 volt inserita all'interno di ciascun tester.

funzione OHMETRO

Per realizzare un **ohmetro** bisogna disporre di una **tensione** di **riferimento** perchè lo strumento viene utilizzato in questa funzione come **milliamperometro** per misurare la **corrente** che scorre in una **resistenza**.

La **tensione** di riferimento viene prelevata da una **pila** da **1,5 volt** che si trova sempre inserita all'interno del **tester** (vedi fig.369).
Ammesso di utilizzare uno strumento da **20 microamper,** che corrispondono a **0,02 milliamper,** per realizzare un **ohmetro** dobbiamo collegare in **parallelo** una **resistenza** (vedi fig.370) il cui valore possiamo calcolare tramite questa formula:

R1 = valore della resistenza da applicare in **serie**,
Volt = tensione della **pila** di riferimento,
Ri = resistenza **interna** dello strumento,
1.000 = numero **fisso** da usare per i **milliamper**.

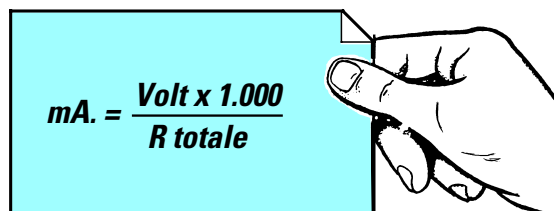
Inserendo nella formula soprariportata i dati in nostro possesso otterremo:

((1,5 x 1.000) : 0,02) - 1.200 = 73.800 ohm

Per verificare se nello strumento scorre effettivamente una **corrente** di **0,02 milliamper** quando in **serie** viene applicata una resistenza da **73.800 ohm**, possiamo usare questa formula:

volt = tensione della pila (**1,5 volt**),
1.000 = numero fisso da usare per i **milliamper**,
R1 = valore della resistenza posta in **serie**,
Ri = resistenza **interna** dello strumento.

Inserendo nella formula i nostri dati otterremo:

(1,5 x 1.000) : (73.800 + 1.200) = 0,02 mA

Pertanto, se cortocircuiteremo i due **puntali** dello strumento, la lancetta devierà sul **fondo scala** perchè al suo interno scorreranno esattamente **0,02 mA** pari a **20 microamper** (vedi fig.370).

Se sommando **R1+Ri** si ottiene un valore di **75.000 ohm**, è intuitivo che applicando esternamente tra i due puntali una resistenza da **75.000 ohm** (vedi fig.371), la lancetta si posizionerà a **metà** scala perchè nello strumento scorreranno solo **0,01 milliamper**.

Infatti sommando al valore **R1+Ri** anche quello della resistenza **esterna** di **75.000 ohm** otterremo un valore ohmico **totale** di:

73.800 + 1.200 + 75.000 = 150.000 ohm

Per conoscere quale **corrente** scorre nello strumento con questo valore **totale** di resistenza possiamo usare la formula:

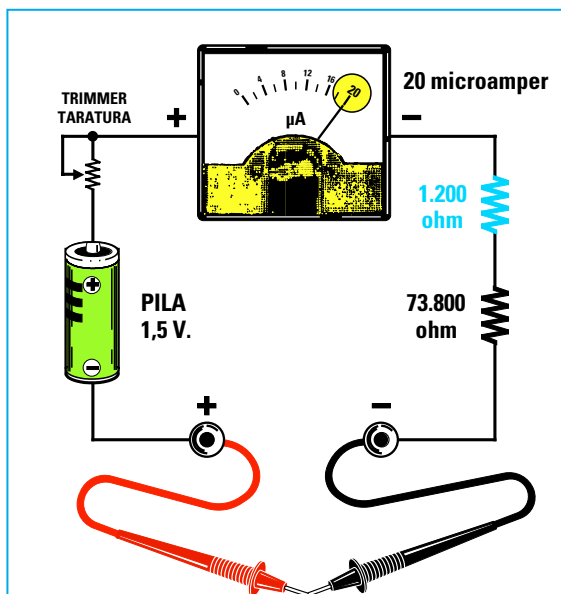



Fig.370 Quando nella funzione Ohmetro si cortocircuitano assieme i due puntali, la lancetta dello strumento devia sul fondo scala. Se la lancetta non dovesse posizionarsi esattamente sul fondo scala perchè la pila è scarica, dovrete agire sul potenziometro di "taratura".

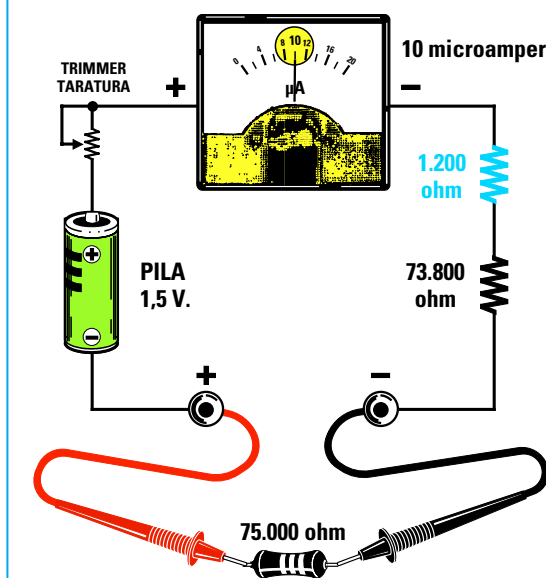
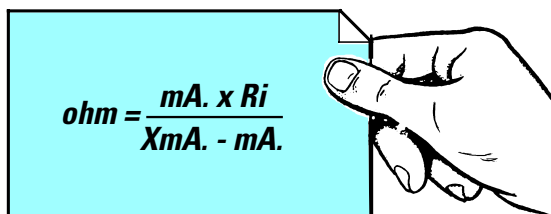



Fig.371 Applicando tra i due puntali una resistenza il cui valore ohmico risulta identico al valore della resistenza posta in serie al microamperometro (73.800 ohm) più quello della sua bobina (1.200 ohm), la lancetta dello strumento si posizionerà esattamente a metà scala.

quindi nello strumento scorrerà una **corrente** di:

(1,5 x 1.000) : 150.000 = 0,01 milliamper

che corrispondono a:

0,01 x 1.000 = 10 microamper

Più elevato è il valore **ohmico** della **resistenza** che applicheremo tra i due **puntali**, minore **corrente** scorrerà nello strumento, e di conseguenza la lancetta del **microamperometro** devierà di **meno**.

Per questo motivo la scala graduata di un **ohmetro** riporta sul **fondo scala** (lato **destro**) il valore di **0 ohm** e sull'**inizio scala** (lato **sinistro**) il **massimo** valore ohmico (vedi fig.368).

Poiché con una sola **portata** non sarebbe possibile misurare con una elevata **precisione** le resistenze di **basso** valore **ohmico**, è necessario ridurre la **sensibilità** dello strumento in modo che la lancetta si porti sul **fondo scala** con correnti di **0,2 - 2 - 20 - 200 milliamper.**

Questa **riduzione** di sensibilità si ottiene applicando in **parallelo** allo strumento delle **resistenze** (vedi fig.369) di valore appropriato che possiamo calcolare con la seguente formula:

mA = **milliamper** dello strumento,
Ri = resistenza **interna** dello strumento,
XmA = **milliamper** del fondo scala.

Quindi per far deviare la lancetta sul **fondo scala** con una corrente di **0,2 milliamper** dovremo collegare in **parallelo** allo strumento una resistenza che abbia questo esatto valore:

(0,02 x 1.200) : (0,2 - 0,02) = 133,33 ohm

Per far deviare la lancetta sul **fondo scala** con una **corrente** di **2 milliamper** dovremo collegare in **parallelo** allo strumento una resistenza che abbia questo esatto valore:

(0,02 x 1.200) : (2 - 0,02) = 12,12 ohm

Con la formula sopra riportata possiamo calcolare il valore di tutte le **resistenze** da applicare in **parallelo** allo strumento in modo da far deviare la lancetta sul **fondo scala** per questi valori di **corrente**:

0,2 mA = resistenza da **133,33 ohm**
2 mA = resistenza da **12,12 ohm**
20 mA = resistenza da **1,20 ohm**
200 mA = resistenza da **0,12 ohm**

Nelle misure in **ohm** possiamo posizionare la manopola del commutatore su questi **4** valori di **moltiplicazione** (vedi fig.372):

x1 - x10 - x100 - x1.000

Quindi se la lancetta dello strumento si **posiziona** sul numero **18 ohm** e l'**indice** della manopola risulta posizionato sulla **portata x1** il valore della resistenza sarà di:

18 x 1 = 18 ohm

Se la lancetta dello strumento si **posiziona** sul numero **18 ohm** e l'**indice** della manopola risulta posizionato sulla **portata x10** il valore della resistenza sarà di:

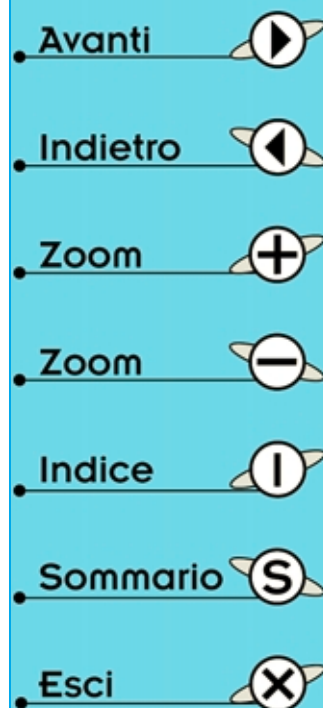
18 x 10 = 180 ohm

Se la lancetta dello strumento si **posiziona** sul numero **18 ohm** e l'**indice** della manopola risulta posizionato sulla **portata x100** il valore della resistenza sarà di:

18 x 100 = 1.800 ohm

È quindi sottinteso che se l'indice della manopola risulta posizionato sulla **portata x1.000** il valore della resistenza sarà di:

18 x 1.000 = 18.000 ohm

Come noterete, in tutti i **tester analogici** è presente una piccola manopola con accanto l'indicazione **ohm** come visibile nella fig.372.
Tutte le volte che cambieremo la **portata** degli **ohm**, dovremo **tarare** questa manopola in modo da far deviare la lancetta dello strumento esattamente sugli **0 ohm** che, come è possibile vedere in fig.368, si trovano sulla destra.
Per eseguire questa taratura è necessario cortocircuitare assieme i due **puntali** (vedi fig.370).
Se non tareremo questa manopola, ogni volta che cambieremo portata il tester indicherà dei valori ohmici errati.

VANTAGGI e SVANTAGGI tester ANALOGICI

Anche se i tester **analogici** sono molto più economici rispetto ai tester **digitali** e per questo motivo vengono preferiti dagli hobbisti, presentano diversi svantaggi che non bisogna sottovalutare.

Il **primo** svantaggio è quello di avere sul quadrante diverse **scale graduate** e un **commutatore** con sopra riportati i valori degli **ohm - volt - milliamper** massimi che è possibile leggere sulla portata prescelta.

Infatti, ogni volta che si ruota il commutatore per cambiare **portata**, si deve ricercare la corrispondente scala graduata dei **volt CC** o dei **milliamper CC** (tensione e corrente **continue**), oppure dei **volt AC** o dei **milliamper AC** (tensione e corrente **alternate**) e quella degli **ohm** e poi dividerla o moltiplicarla per la **portata** indicata sul commutatore.

Ad esempio per i **volt CC** sul quadrante dello strumento appaiono **due** sole scale:

0 - 30 volt
0 - 100 volt

anche se si può posizionare il **commutatore** su tutte queste **portate**:

0,3 volt fondo scala
1 volt fondo scala
3 volt fondo scala
10 volt fondo scala
30 volt fondo scala
100 volt fondo scala
300 volt fondo scala

Se posizioneremo il commutatore sulla **portata 3 volt**, dovremo leggere il valore della tensione sulla **scala graduata** dei **30 volt** non dimenticando di **dividere** il valore indicato per **10**.
Se posizioneremo il commutatore sulla **portata 30 volt** leggeremo direttamente il valore sulla **scala graduata** dei **30 volt**.
Se posizioneremo il commutatore sulla portata **300 volt**, dovremo leggere il valore della tensione sulla **scala graduata** dei **30 volt** non dimenticando di **moltiplicare** il valore indicato per **10**.

Se posizioneremo il commutatore sulla **portata 1 volt**, dovremo leggere il valore della tensione sulla **scala graduata** dei **100 volt** non dimenticando di **dividere** il valore indicato per **100**.

Fig.372 Nella funzione Ohmetro, il valore della resistenza letto sulla scala Ohm andrà moltiplicato per il fattore contrassegnato dalla manopola, cioè x1-x10-x100-x1K.
Ogni volta che cambierete portata dovrete cortocircuitare i due puntali e ritoccare il potenziometro di taratura.

Fig.373 Nella funzione Voltmetro CC, ruotando la manopola sulle portate contrassegnate 0,3-3-30-300 V. il valore andrà letto sulla scala graduata da 0 a 30, ruotando la manopola sulle portate contrassegnate 1-10-100 V. il valore andrà letto sulla scala graduata da 0 a 100.

Se posizioneremo il commutatore sulla portata **10 volt** fondo scala, dovremo leggere il valore della tensione sulla **scala graduata** dei **100 volt** non dimenticando di **dividere** il valore indicato per **10.**

Per gli **ohm** troveremo invece una **sola scala** anche se il commutatore dispone di ben **4 diverse posizioni**:

x1 - x10 - x100 - x1K

Il valore che leggeremo sulla scala degli **ohm** andrà **moltiplicato** per il numero su cui risulta posizionato il commutatore, tenendo presente che **1K** equivale a **1.000**.

In questi tester **analogici** più aumenta il valore **ohmico** della resistenza, **meno precisa** risulta la lettura perchè la scala dello strumento risultando **logaritmica**, si restringe all'**aumentare** del valore ohmico (vedi fig.368).

Il **secondo svantaggio** che hanno questi tester analogici è rappresentato dallo strumento **microamperometro** che risulta **molto delicato**.

Se per disattenzione si misura una tensione di **100 volt** con il commutatore posizionato sulla **portata 3 volt**, la **lancetta** dello strumento **sbatterà** violentemente sul fondo scala **deformandosi**.

Per evitare questo inconveniente, consigliamo di partire sempre con il commutatore ruotato sulla portata **massima**, per poi scendere su quelle **inferiori** fino a leggere l'esatto valore.

Quindi per leggere una **tensione incognita** conviene sempre partire con il commutatore posto sulla portata **300 volt** e poi scendere sulle portate inferiori di **100 - 30 - 10 volt**.
Per leggere una **corrente incognita** conviene sempre partire con il commutatore posto sulla portata **300 milliamper** e poi scendere sulle portate inferiori di **30-3-0,3 milliamper**.

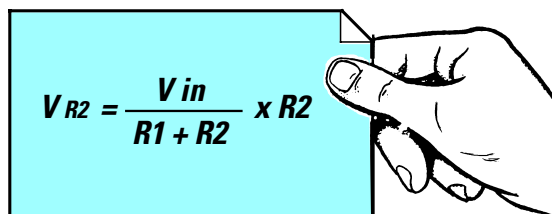
Il **terzo svantaggio** è quello di dover necessariamente rispettare la polarità delle **tensioni CC** o **correnti CC** per evitare che la lancetta devii in senso **inverso**.
Per questo motivo tutti i **tester** sono dotati di un puntale di colore **rosso** per il **positivo** e di uno di colore **nero** per il **negativo**.

Il puntale **rosso** va inserito, nel tester, nella boccola indicata **+** ed il puntale **nero** nella boccola indicata **COM**.

Solo per le misure delle **tensioni alternate**, delle **correnti alternate** e degli **ohm** non è necessario rispettare nessuna **polarità**.

Fig.374 Nella funzione Amperometro CC, ruotando la manopola sulle portate contrassegnate 30-0,3 μA o sulle portate 3-30 mA - 0,3-3 A. il valore andrà letto sulla scala graduata da 0 a 30. Per la portata 0,3 A. il valore andrà diviso per 100, mentre per la portata 3 A. andrà diviso per 10.

Fig.375 Nella funzione Voltmetro o Amperometro AC il valore della tensione o della corrente Alternata andrà letto sulla scala colorata in rosso. Prima di effettuare una misura AC, dovete ricordare di spostare la leva del microinterruttore dalla posizione CC-OHM alla posizione AC.

COME scegliere un TESTER ANALOGICO

Se un giorno decideste di acquistare un **tester analogico** dovrete sempre sceglierne uno che abbia una elevata **resistenza ohm x volt** in modo da ridurre al minimo gli **errori** nelle misure in **tensione**.
Quanto più **alto** risulterà il valore **ohm x volt** tanto minore risulterà l'**errore** di misura, quindi sono da **scartare** tutti i tester che hanno una resistenza **minore** di **20.000 ohm x volt**.

Per farvi capire perchè i **tester** con una **bassa resistenza ohm x volt** introducono degli **errori** vi faremo dei semplici **esempi**.

Se applichiamo in **serie** due identiche resistenze da **82.000 ohm** e le colleghiamo ad una tensione di **12 volt,** sul punto di giunzione (vedi fig.376) risulterà presente **metà** tensione, cioè **6 volt**.

Infatti per calcolare il valore di **tensione** presente ai capi della **seconda** resistenza, siglata **R2**, possiamo usare questa formula:

$$V_{R2} = \frac{V\,in}{R1 + R2} \times R2$$

Vin = valore della tensione di alimentazione,
R1 = valore della resistenza sopra in **kiloohm**,
R2 = valore della resistenza sotto in **kiloohm**.

Nota = consigliamo di convertire sempre il valore delle resistenze **R1-R2** da **ohm** a **kiloohm** per avere cifre con meno **zeri**.
Per fare questa conversione è sufficiente **dividere** gli **ohm** per **1.000**.

Quindi se sulle due resistenze **R1-R2** da **82 kiloohm** poste in **serie** applichiamo una tensione di **12 volt**, ai capi della **R2** otterremo una tensione di:

12 : (82 + 82) x 82 = 6 volt

Se misuriamo questa tensione con un **tester** che ha una **sensibilità** di **10.000 x volt** commutato sulla **portata 10 volt**, collegheremo in **parallelo** alla **R2** anche la resistenza interna del tester, che per la portata 10 volt fondo scala sarà di:

10.000 x 10 = 100.000 ohm pari a 100 kiloohm

Ponendo in **parallelo** alla **R2** da **82 kiloohm** una resistenza da **100 kiloohm** otterremo un valore di resistenza pari a:

(82 x 100) : (82 + 100) = 45 kiloohm

Quindi in **serie** alla resistenza **R1** da **82 kiloohm** non risulterà più collegata una **R2** da **82 kiloohm**, ma una resistenza da **45 kiloohm** (vedi fig. 376) e con questi due diversi valori ohmici leggeremo una tensione di soli:

12 : (82 + 45) x 45 = 4,25 volt

anche se in realtà vi sono **6 volt**.

Se misuriamo questa stessa tensione con un **voltmetro elettronico** che presenta una **sensibilità** di **1 megaohm** su tutte le portate (vedi fig. 378), collegheremo in **parallelo** alla **R2** da **82 kiloohm** una resistenza da **1 megaohm** equivalente ad un valore di **1.000 kiloohm**, quindi otterremo un valore di resistenza pari a:

(82 x 1.000) : (82 + 1.000) = 75,78 kiloohm

Pertanto, in **serie** alla **R1** da **82 kiloohm** otterremo una resistenza **R2** da **75,78 kiloohm** (valore di **R2** con in parallelo il valore ohmico del tester).
Con questi due valori ohmici leggeremo una tensione di:

12 : (82 + 75,78) x 75,78 = 5,76 volt

cioè un valore molto prossimo ai **6 volt** reali.

Quindi più alto è il valore **ohm x volt** di un tester analogico, **minore** sarà l'**errore** che riscontreremo quando leggeremo una **tensione** ai capi di un qualsiasi **partitore resistivo**.

Facciamo presente che questi **errori** si presentano solo se misureremo una tensione ai capi di un **partitore resistivo**, cioè ai capi di due o più resistenze, di elevato valore ohmico, poste in **serie**.

Misurando la tensione fornita da una **pila** o da un alimentatore **stabilizzato** non rileveremo **nessun errore**, quindi i volt che leggeremo sono **reali**.

Per questo motivo non dovete preoccuparvi se, trovando indicato ai capi di un **partitore resistivo** un valore di tensione, ne rileverete uno sempre **minore**, perché applicando in **parallelo** alla resistenza del **partitore** la resistenza **interna** del tester (vedi figg.376/377) la tensione scenderà.
Le tensioni riportate negli schemi elettrici vengono misurate con dei **voltmetri elettronici**.

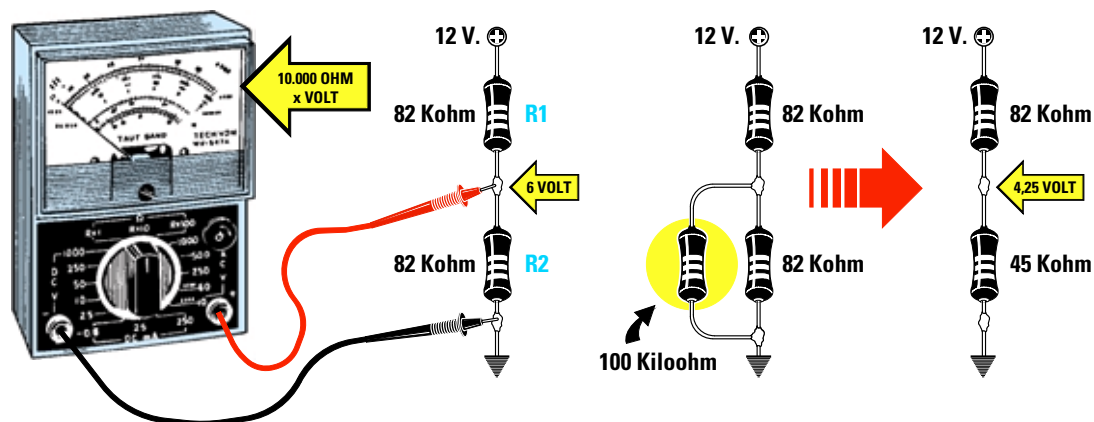



Fig.376 Se leggerete i 6 volt presenti ai capi della resistenza R2 con un Tester che ha una sensibilità di soli "10.000 ohm x volt", rileverete una tensione di 4,25 volt perchè in parallelo alla R2 risulta collegata la resistenza del tester pari a 100 kiloohm.

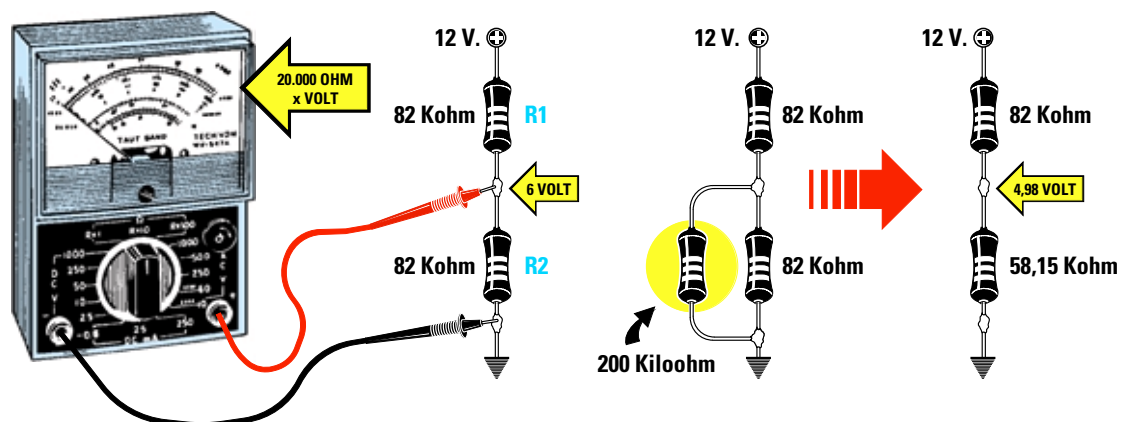



Fig.377 Se leggerete i 6 volt presenti ai capi della resistenza R2 con un Tester che ha una sensibilità di "20.000 ohm x volt", rileverete una tensione di 4,98 volt perchè in parallelo alla R2 risulta collegata una resistenza di valore più elevato, cioè 200 kiloohm.

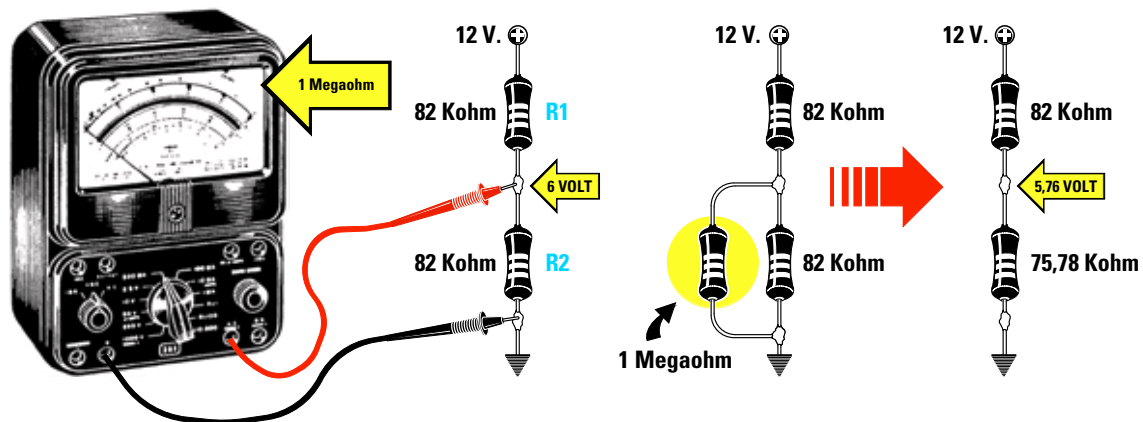



Fig.378 Se leggerete i 6 volt presenti ai capi della resistenza R2 con un Voltmetro Elettronico che ha una sensibilità di "1 megaohm", rileverete una tensione di 5,76 volt, cioè un valore molto prossimo ai 6 volt reali, infatti l'errore è di soli 0,24 volt.

Fig.379 Un buon Tester Digitale deve avere non meno di 4 cifre che in pratica corrispondono a 3 cifre e mezzo, perchè la prima cifra di sinistra non riesce mai a visualizzare un numero maggiore di 1. Scegliete possibilmente un modello che faccia apparire sui display i simboli Ω - KΩ - MΩ - µV -V - µA - mA, anche se vi costerà un po' di più.

TESTER DIGITALI

I tester **digitali** sono completamente diversi da quelli **analogici** perchè in sostituzione dello strumento a **lancetta** hanno un **display** a cristalli liquidi chiamati **LCD**, che provvedono a far apparire il valore dei **volt-amper-ohm** in **numeri**.
In questi tester, il valore di **tensione** o di **corrente** applicato sui **puntali**, viene **convertito** da un apposito **integrato** in un segnale **digitale** che provvede a far accendere i **segmenti** del **display** in modo da ottenere un **numero**.

Come noterete, la portata **fondo scala** di questi strumenti **digitali** è sempre un multiplo di **2** (esclusi i **1.000 volt**) come qui riportato:

Misure di **tensione**
200 millivolt
2 volt
20 volt
200 volt
1.000 volt

Misure di **corrente**
200 microamper
2 milliamper
20 milliamper
200 milliamper
2 amper

Misure di **resistenze**
200 ohm
2 kiloohm
20 kiloohm
200 kiloohm
2 megaohm
20 megaohm
200 megaohm

In un tester **digitale** provvisto di **4** display, i **tre** display di **destra** sono completi dei loro **7 segmenti**, quindi solo questi sono in grado di visualizzare tutti i numeri da **0** a **9**, mentre il **primo** display di **sinistra** è in grado di visualizzare il solo numero **1** più un numero **negativo**.

Per tale motivo anche se questi tester dispongono di **4** display, sono classificati da **3 cifre** e **mezzo** perchè il **primo** display di sinistra non può visualizzare un numero maggiore di **1**.

Quindi anche se commutiamo il **commutatore** del tester sulla portata **20 volt** fondo scala non riusciremo mai a far apparire sui **display** il numero **20,00 volt**, ma soltanto **19,99 volt**.
Se lo commutiamo sulla portata **200 volt** non riusciremo mai a far apparire sui **display** il numero **200,0 volt**, ma soltanto **199,9 volt** perchè, come vi abbiamo già accennato, la **prima cifra** di **sinistra** non potrà mai superare il numero **1**.

Se in questi tester venisse applicato un valore di tensione o di corrente **maggiore** rispetto alla portata prescelta, sui display **non** apparirebbe nessun valore oppure tutti i display **lampeggerebbero** per avvisarci di passare sulla portata **superiore**.
Quindi se il commutatore risulta posizionato per leggere una tensione massima di **20 volt fondo scala** e noi misuriamo una tensione di **150 volt**, sul display di sinistra apparirà il numero **1** per avvisarci che se vogliamo leggere il valore di tensione applicato sul puntale occorre passare su una portata superiore**.**
In altri tester, anziché apparire il numero **1**, appare la scritta **OL** che significa **aumentare portata**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
 Esci

VANTAGGI e SVANTAGGI tester DIGITALI

I tester **digitali** anche se risultano molto più costosi dei normali tester **analogici** presentano molti **vantaggi**.
Il primo è quello di avere una elevata **resistenza interna** che si aggira normalmente intorno a **1 megaohm x volt** su ogni portata prescelta.

Quindi se commutiamo un tester digitale sulla portata di **0,2-20-200-1.000 volt** fondo scala, avremo sempre una resistenza interna di **1 megaohm** e questo ridurrà l'**errore** di lettura quando misureremo una tensione su un qualsiasi **partitore resistivo**.
Infatti se con un tester **digitale** andassimo a misurare la tensione presente sul partitore resistivo **R1-R2** riportato in fig.378, sapremmo già che in **parallelo** alla **R2** dovremo applicare una resistenza di **1 megaohm**.

Il **secondo** vantaggio è quello di avere una lettura **facilitata** perchè i valori di **tensione**, di **corrente** o di **resistenza** vengono visualizzati sui display in **numeri**.

Vi è infine un **terzo** vantaggio e cioè quello di **non avere** una **lancetta** che si deforma se per disattenzione sceglieremo una portata **inferiore**.

Anche se in questi strumenti sono presenti due puntali, uno di colore **rosso** per il **positivo** ed uno di colore **nero** per il **negativo**, non è necessario **rispettare** la polarità della tensione, poichè lo strumento ci indicherà se nella **boccola positiva** siamo entrati con la **polarità positiva** oppure **negativa**.

Fig.380 Tutte le portate dei Tester Digitali sono sempre dei multipli di 2 perchè il massimo numero che si riesce a visualizzare è 1.999. Il "punto" che appare sui display equivale ad una virgola quindi 1.234 ohm corrispondono a 1,234 kiloohm.

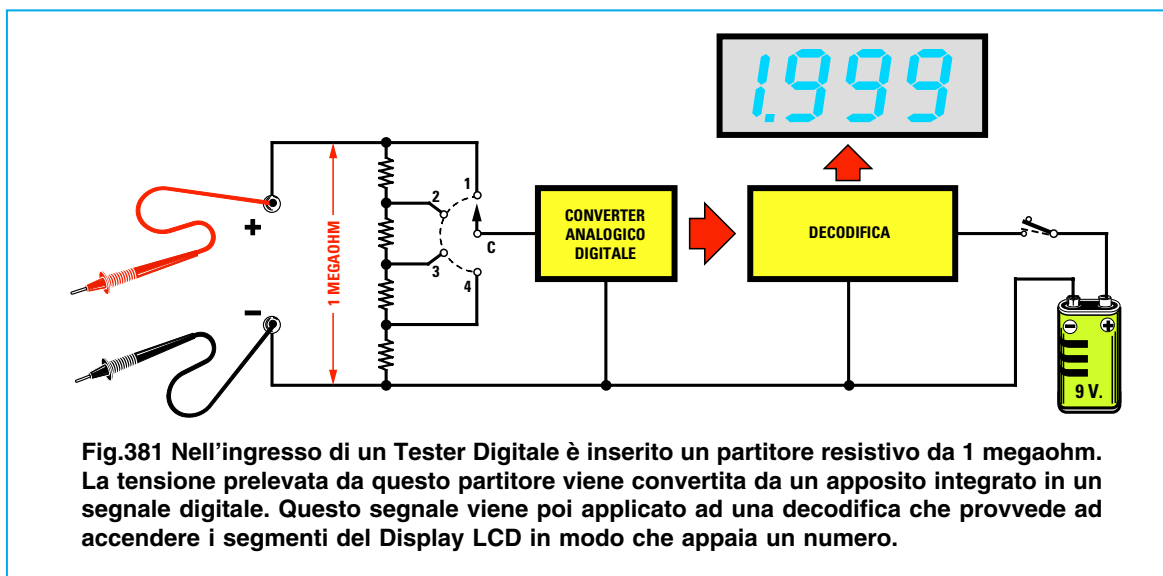



Fig.381 Nell'ingresso di un Tester Digitale è inserito un partitore resistivo da 1 megaohm. La tensione prelevata da questo partitore viene convertita da un apposito integrato in un segnale digitale. Questo segnale viene poi applicato ad una decodifica che provvede ad accendere i segmenti del Display LCD in modo che appaia un numero.

Se sui display appare **4.5 volt** la polarità applicata sui puntali è **corretta**, se invece appare un segno **negativo** davanti al numero, ad esempio **-4.5 volt**, significa che sulla **boccola positiva** abbiamo applicato la polarità **negativa** della tensione che misuriamo.

Se sui display appare un - avete invertito la polarità sui puntali rosso/nero.

Il **solo** svantaggio che hanno i tester **digitali** è quello di presentare l'ultima cifra di **destra instabile**, quindi se misuriamo una esatta tensione di **4,53 volt**, l'ultimo numero **3** varierà in continuità di **+/-** di **1 cifra**.
Quindi è normale vedere sui display questo numero cambiare da **4.53** a **4.52** oppure a **4.54**.

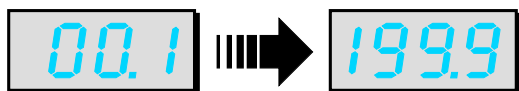
Poiché nei libretti delle istruzioni non viene mai spiegato come leggere il **numero** che appare sui display in funzione della **portata** prescelta, cercheremo di farlo noi con dei semplici esempi.

Innanzitutto dobbiamo precisare che il **punto** che appare sui display va sempre considerato come **virgola decimale**.

LETTURA dei VOLT

Commutando il tester sulla portata dei **200 milliV.** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 200 millivolt fondo scala.

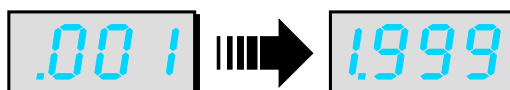
La **minima** tensione che potremo leggere su questa portata è di **00,1 millivolt** che corrispondono a **0,1 millivolt**.
La **massima** tensione che potremo leggere è di **199,9 millivolt** che corrispondono a **0,2 volt**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 200 milliV.

Se sui display appare il numero **05.0** il valore della tensione risulterà di **5,0 millivolt**, perché lo **0** presente davanti al numero **5** non è significativo.
Se appare il numero **83.5**, poiché il punto equivale alla virgola leggeremo **83,5 millivolt**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 5 millivolt e 83,5 millivolt.

Commutando il tester sulla portata dei **2 volt** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 2 volt fondo scala.

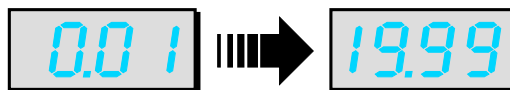
La **minima** tensione che potremo leggere su questa portata è di **0.001 volt** che corrispondono a **1 millivolt**.
La **massima** tensione che potremo leggere è di **1,999 volt** che corrispondono a circa **2 volt**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 2 volt.

Se sui display appare il numero **.050** il valore della tensione risulterà di **50 millivolt**, mentre se appare **1.500** tale valore risulterà di **1,5 volt.**

Se sui display appaiono questi numeri, leggerete 0,050 volt e 1,5 volt.

Commutando il tester sulla portata dei **20 volt** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 20 volt fondo scala.

La **minima** tensione che potremo leggere su questa scala è di **0,01 volt**, che corrispondono a **10 millivolt**.
La **massima** tensione che potremo leggere è di **19,99 volt** che corrispondono a **20 volt**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 20 volt.

Se sui display appare il numero **0.15** il valore della tensione risulterà di **0,15 volt** corrispondenti a

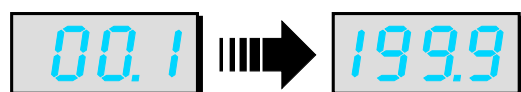
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

150 millivolt, mentre se appare il numero **12.50** il valore della tensione risulterà di **12,5 volt**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 0,15 volt e 12,5 volt.

Commutando il tester sulla portata dei **200 volt** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 200 volt fondo scala.

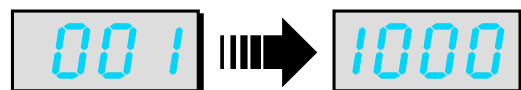
La **minima** tensione che potremo leggere su questa scala è di **0,1 volt** e la **massima** di **199,9 volt**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 200 volt.

Se sui display appare il numero **35.5** il valore della tensione risulterà di **35,5 volt**, mentre se appare il numero **120.5** tale valore risulterà di **120,5 volt**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 35,5 volt e 120,5 volt.

Commutando il tester sulla portata dei **1.000 volt** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 1.000 volt fondo scala.

La **minima** tensione che potremo leggere su questa scala è di **1 volt** e la **massima** di **1.000 volt**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 1.000 volt.

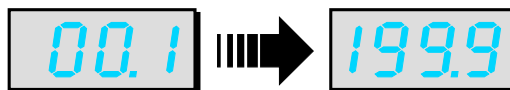
Se sui display appare il numero **18** il valore della tensione risulterà di **18 volt**, mentre se appare il numero **150** tale valore risulterà di **150 volt**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 18 volt e 150 volt.

LETTURA dei milliamper

Commutando il tester sulla portata **200 microA.** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 200 μAmper fondo scala.

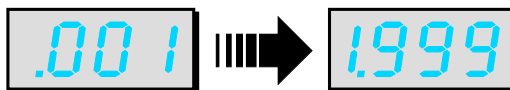
La **minima** corrente che potremo leggere su questa scala è di **0,1 microamper**.
La **massima** corrente che potremo leggere è di **199,9 volt**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 200 μAmper.

Se sui display appare il numero **25.0** il valore della corrente risulta di **25 microamper**, se appare il numero **100.0** il valore della corrente risulta di **100 microamper**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 25 e 100 microamper.

Commutando il tester sulla portata dei **2 milliamper** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 2 milliamper fondo scala.

La **minima** corrente che potremo leggere su questa scala è di **.001 milliamper** che corrispondono a **1 microamper**.
La **massima** corrente che potremo leggere è di **1.999 milliamper**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 2 milliamper.

Se sui display appare il numero **.500** il valore della corrente risulterà di **0,5 milliamper**, se appare il numero **1.500** il valore della corrente risulterà di **1,5 milliamper**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 0,5 mA e 1,5 milliamper.

Commutando il tester sulla portata dei **20 milliamper** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 20 mA fondo scala.

La **minima** corrente che potremo leggere su questa scala è di **0.01 milliamper** che corrispondono a **10 microamper**.
La **massima** corrente che potremo leggere è di **19,99 milliamper** che corrispondono a **2 milliA.**

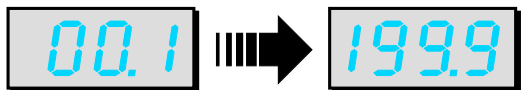
Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 20 milliamper.

Se sui display appare il numero **0.50** il valore della corrente risulterà di **0,5 milliamper**, se appare il numero **15.00** il valore della corrente risulterà di **15 milliamper**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 0,5 mA e 15 milliamper.

Commutando il tester sulla portata dei **200 milliamper** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 200 mA fondo scala.

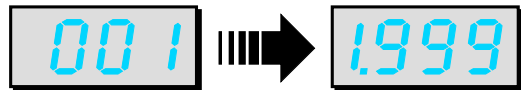
La **minima** corrente che potremo leggere è di **00.1 milliamper** corrispondenti a **100 milliamper**.
La **massima** corrente che potremo leggere è di **199.9 milliamper** che corrispondono a **200 mA.**

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 200 milliamper.

Se sui display appare il numero **50.0** il valore della corrente risulterà di **50 milliamper**, se appare il numero **150.0** tale valore risulterà di **150 milliA.**

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 50 mA e 150 milliamper.

Commutando il tester sulla portata dei **2 amper** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 2 amper fondo scala.

La **minima** corrente che potremo leggere su questa scala è di **001 amper** corrispondenti a **1 mA.**
La **massima** corrente che potremo leggere è di **1.999 amper** e poichè il **punto** equivale a una **virgola** leggeremo **1,999 amper**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 2 amper.

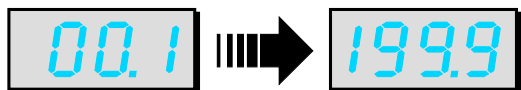
Se sui display appare il numero **050** il valore della corrente risulterà di **50 milliamper**, se appare il numero **1.500** il valore della corrente risulterà di **1,5 amper**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 50 milliamper e 1,5 amper.

LETTURA degli OHM

Commutando il tester sulla portata **200 ohm** sui display vedremo apparire questo numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 200 ohm fondo scala.

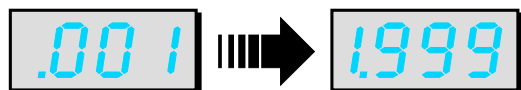
Il **minimo** valore ohmico che potremo leggere su tale scala è **0,1 ohm** e il **massimo** è **199,9 ohm**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 200 ohm.

Se sui display appare il numero **00.5** il valore della resistenza risulterà di **0,5 ohm**, se appare il numero **150,0** risulterà di **150 ohm**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 0,5 ohm e 150 ohm.

Commutando il tester sulla portata dei **2 kiloohm** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 2 kiloohm fondo scala.

Il **minimo** valore ohmico che potremo leggere su questa scala è di **.001 kiloohm** che corrispondono a **1 ohm** (**0.001 x 1.000 = 1**).
Il **massimo** valore ohmico che potremo leggere è di **1,999 kiloohm** equivalenti a **1.999 ohm**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 2 kiloohm.

Se sui display appare il numero **.050** il valore della resistenza risulterà di **0,050 kiloohm** che corrispondono a:

0,050 x 1.000 = 50 ohm

Se appare il numero **1.500** il valore della resistenza risulterà di **1,5 kiloohm** che corrispondono a:

1,500 x 1.000 = 1.500 ohm

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 50 ohm e 1.500 ohm.

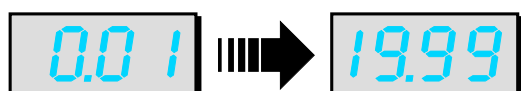
Commutando il tester sulla portata dei **20 kiloohm** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 20 kiloohm fondo scala.

Il **minimo** valore ohmico che potremo leggere su questa scala è di **0,01 kiloohm** che corrispondono a **10 ohm**:

0,01 x 1.000 = 10

Il **massimo** valore ohmico che potremo leggere è di **19,99 kiloohm** che corrispondono a **19.990 ohm**:

19,99 x 1.000 = 19.990

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 20 kiloohm.

Se sui display appare il numero **0.50** il valore della resistenza risulterà di **500 ohm**:

0,050 x 1.000 = 500

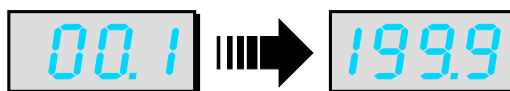
Se appare **15.00** il valore della resistenza risulterà di **15 kiloohm**:

15,00 x 1.000 = 15.000 ohm

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 500 ohm e 15.000 ohm.

Commutando il tester sulla portata dei **200 kiloohm** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 200 kiloohm fondo scala.

Il **minimo** valore ohmico che potremo leggere su questa scala è di **00,1 kiloohm** che corrispondono a **100 ohm** (**0,1 x 1.000 = 100**).
Il **massimo** valore ohmico che potremo leggere è di **199,9 kiloohm** che corrispondono a **199.900 ohm** (**199,9 x 1.000 = 199.900**).

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 200 kiloohm.

Se sui display appare il numero **01.5** il valore della resistenza risulterà di **1,5 kiloohm** che corrispondono a **1.500 ohm**.
Se appare il numero **150,0** il valore della resistenza risulterà di **150 kiloohm** che, come già saprete, corrispondono a **150.000 ohm**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 1.500 ohm e 150 kiloohm.

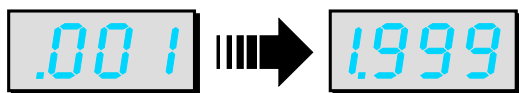
Commutando il tester sulla portata dei **2 megaohm** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 2 megaohm fondo scala.

Il **minimo** valore ohmico che potremo leggere su tale scala è di **0,001 megaohm** corrispondenti a:

0,001 x 1.000.000 = 1.000 ohm

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Il **massimo** valore ohmico che potremo leggere è di **1,999 megaohm**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 2 Megaohm.

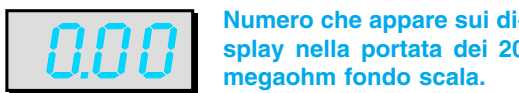
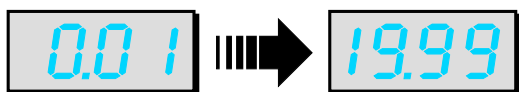
Se sui display appare il numero **.047** il valore della resistenza sarà di:

0,0470 x 1.000.000 = 47.000 ohm

Se appare il numero **1.200** il valore della resistenza risulterà di **1,2 x 1.000.000 = 1.200.000 ohm** pari a **1,2 megaohm**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 47.000 ohm e 1,2 megaohm.

Commutando il tester sulla portata dei **20 Megaohm** sui display vedremo apparire il numero:

Numero che appare sui display nella portata dei 20 megaohm fondo scala.

Il **minimo** valore ohmico che potremo leggere su questa scala è di **0,01 megaohm** che corrispondono a **10 kiloohm** o **10.000 ohm**.
Il **massimo** valore ohmico che potremo leggere è di **19,99 megaohm**.

Numeri minimo e massimo che appaiono sui display nella portata 20 megaohm.

Se sui display appare il numero **0.56** il valore della resistenza risulterà equivalente a:

0,56 x 1.000.000 = 560.000 ohm

Se appare il numero **15.00** il valore della resistenza risulterà di **15 megaohm**.

Se sui display appaiono questi numeri leggerete 560.000 ohm e 15 megaohm.

COME scegliere un TESTER DIGITALE

Se un giorno decideste di acquistare un **tester digitale** dovrete verificare che:

- il display abbia almeno **4 cifre** che in pratica corrispondono a **3 cifre** e **mezzo**;

- nelle misure di **tensione** sui display appaia possibilmente la lettera **V** per i **volt** e **mV** per i **millivolt**;

- nelle misure di **corrente** sui display appaia **mA** per indicare il valore **milliamper** e **A** per indicare il valore **amper**;

- nelle misure delle **resistenze** sui display appaia il simbolo Ω per gli **ohm**, il simbolo **KΩ** per i **kiloohm** e **MΩ** per i **megaohm**;

- il valore della sua **resistenza d'ingresso** non risulti minore di **1 megaohm** e questo lo sottolineamo perchè in commercio vi sono dei **tester digitali** che hanno una **resistenza d'ingresso** minore di **30.000 ohm** e quindi risultano più **scadenti** di un mediocre tester analogico.

Esistono anche dei tester più completi che fanno apparire sui display la scritta **Low BATT** quando la pila interna è **scarica**.

PER misurare le RESISTENZE

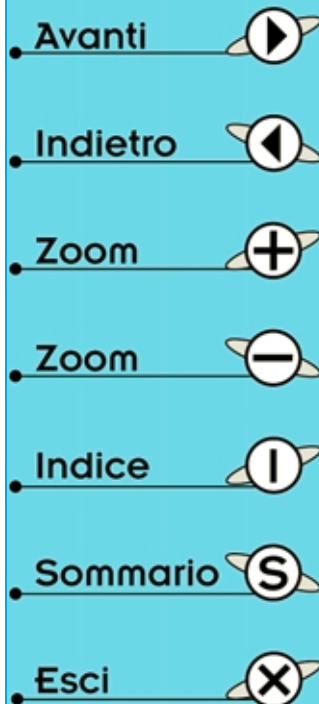
Quando misureremo il valore ohmico di una resistenza non dovremo toccare mai con le mani i **terminali** della resistenza o i due **puntali** (vedi fig.382).
Se toccheremo i puntali il tester sommerà al valore della **resistenza** anche il valore ohmico del nostro **corpo**.
Se abbiamo le **mani umide** questo valore può risultare anche minore di **200 kiloohm.**

Quindi collegando in **parallelo** al valore della resistenza da misurare, che indichiamo **R1**, la resistenza del **nostro corpo**, che indichiamo **RX**, otterremo un valore ohmico pari a:

ohm = (R1 x RX) : (R1 + RX)

Ammesso di misurare una resistenza da **100 kiloohm** tenendo stretti i suoi terminali con le dita, e ammesso che la resistenza del nostro corpo risulti di **150 kiloohm**, leggeremo un valore di:

(100 x 150) : (100 + 150) = 60 kiloohm

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Se misureremo delle resistenze di valore molto più elevato, ad esempio **330 kiloohm**, otterremo un **errore maggiore**, infatti sul tester leggeremo un valore di:

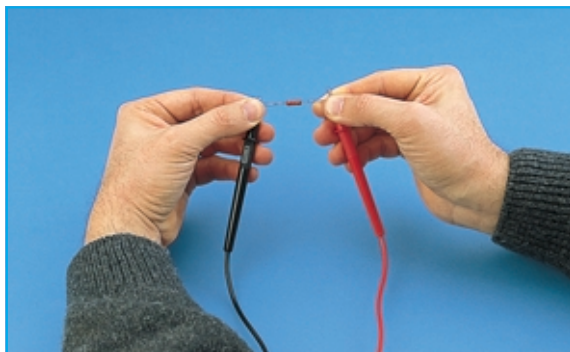
(330 x 150) : (330 + 150) = 103,12 kiloohm

cioè meno di **1/3** del reale valore ohmico che ha la resistenza.

Per evitare questi **errori** conviene appoggiare la resistenza su un tavolo di legno (vedi fig.383), ponendo poi i due puntali sui terminali della resistenza senza toccarli con le mani.

Non meravigliatevi se misurando una resistenza il cui **codice colore** indica un valore di **15.000 ohm** il tester vi segnalerà invece un valore leggermente **maggiore** o **minore**.

Ricordatevi che tutti i componenti elettronici sono caratterizzati da una **tolleranza**.
Nelle **resistenze** questa **tolleranza** varia da un minimo del **5%** ad un massimo del **10%**.
Quindi se una resistenza indicata dal proprio **codice colore** da **15.000 ohm**, ha una **tolleranza** del **5%**, il suo valore ohmico può variare da un **minimo** di **14.250 ohm** fino ad un **massimo** di **15.750 ohm**.
Quindi questa resistenza può benissimo avere un valore reale di **14.850 -14.900 - 14.950 - 15.000 - 15.140 - 15.360 - 15.680 ohm**.

Se questa resistenza ha una **tolleranza** del **10%**, il suo valore ohmico potrebbe variare da un **minimo** di **13.500 ohm** fino ad un **massimo** di **16.500 ohm**.
Quindi questa resistenza può benissimo avere un valore reale di **13.700 -14.200 - 14.850 - 15.000 - 15.500 - 15.950 - 16.300 ohm**.

NON preoccupatevi delle TOLLERANZE

Anche se il valore riportato sulle **resistenze** non corrisponde mai al loro **reale** valore a causa delle **tolleranze** non dovete preoccuparvi, perchè tutti i circuiti elettronici vengono progettati tenendo conto di questi fattori.
Se così non fosse, risulterebbe impossibile realizzare un qualsiasi montaggio elettronico, perchè oltre alle resistenze anche tutti gli altri componenti come **condensatori**, **transistor**, **trasformatori** di **alimentazione**, ecc., hanno una loro **tolleranza**.
Quindi **non preoccupatevi** troppo di queste tolleranze e questo vale anche per le **tensioni** di alimentazione, infatti un circuito progettato per funzionare con una tensione di **12 volt** funzionerà ugualmente anche se la tensione dovesse risultare di **13-14 volt** oppure di **11-10 volt**.

Quando in un circuito occorrono degli **esatti** valori **ohmici** o **capacitivi** si utilizzano dei **trimmer** o dei **compensatori** che vengono **tarati** sul valore richiesto e dove occorre un **esatto** valore di **tensione** di alimentazione si utilizzano degli speciali **integrati stabilizzatori**.

MISURE in ALTERNATA

Non abbiamo preso in considerazione le misure di **tensioni** e **correnti alternate** perchè identiche alle misure in **continua**.
Infatti, quando ruotiamo il commutatore per passare dalla misura in **continua** a quella in **alternata**, la tensione **alternata** prima di raggiungere lo strumentino **microamperometro** presente nei tester **analogici** o il **convertitore** analogico/digitale presente nei tester **digitali**, attraversa un **ponte raddrizzatore** che provvede a trasformarla in una **tensione continua**.

Fig.382 Quando misurate una resistenza non toccate i due terminali con le mani perchè il tester sommerà al valore della resistenza anche quello del vostro corpo.

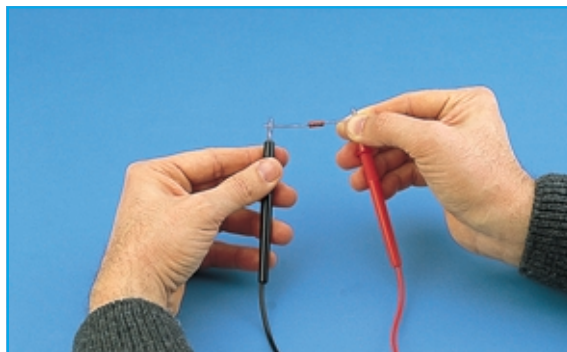



Fig.383 Per non leggere dei valori ohmici errati conviene sempre appoggiare la resistenza sopra ad un tavolo, oppure non toccare uno dei due terminali.

Questo semplice e interessante esperimento serve solo per dimostrarvi come si possa ricavare una **tensione elettrica** da un fetta di **limone**.
Vogliamo subito anticiparvi che la **tensione** generata da questa **pila al limone** ha una **potenza** irrisoria, cioè non è in grado di fornire una elevata **corrente** e per questo motivo **non** è in grado di alimentare nè una radio nè di accendere una sia pur piccola lampadina.
In pratica, ciò che vi proponiamo è un esperimento simile a quello condotto da **Alessandro Volta** nell'anno **1800**, quando riuscì a ricavare dalla sua elementare **pila** la prima tensione elettrica.

Per costruire questa pila dovete innanzitutto procurarvi dei ritagli di **rame** e di **zinco** che potrete trovare gratuitamente presso un qualsiasi lattoniere: tali metalli vengono infatti utilizzati da questi artigiani per costruire le grondaie e le docce di scarico delle case.

Prendete quindi un **limone** e tagliatelo a **fette**.
Disponete queste **fette** su un piattino per evitare che il succo sporchi il vostro tavolo da lavoro.

Inserite in ciascuna fetta di limone un piccolo ritaglio di **rame** e uno di **zinco**.

Appoggiando i puntali di un **tester** su questi due elettrodi inseriti nella fetta di limone, in modo che il puntale **positivo** tocchi il **rame** e il puntale **negativo** lo **zinco** (vedi fig.384), rileverete una tensione di circa **0,8 volt**.

Per ottenere una tensione **maggiore** dovete utilizzare **3** fette di limone, inserendo in ciascuna di esse un ritaglio di **rame** ed uno di **zinco**

Sul ritaglio di **zinco** della **prima** fetta dovete saldare uno spezzone di filo di rame, collegandolo poi al ritaglio di **rame** della **seconda** fetta; sul ritaglio di **zinco** della **seconda** fetta salderete un altro spezzone di filo che collegherete al ritaglio di **rame** della **terza** fetta (vedi fig.385).

Il ritaglio di **rame** inserito nella prima fetta corrisponderà al terminale **positivo** della pila e il ritaglio di **zinco** inserito nell'ultima fetta corrisponderà al terminale **negativo**.

Se a questa **pila** a **3** elementi collegherete i puntali di un **tester** rileverete una tensione di circa **2,4 volt** e questo dimostra che da ogni fetta di limone è possibile prelevare una tensione di circa **0,8 volt**, infatti: **0,8 x 3 = 2,4 volt**.

Eseguito questo primo esperimento, procuratevi **3** bicchierini anche di **plastica** ed inserite al loro interno un ritaglio di **rame** ed uno di **zinco**, poi versatevi del **succo** di **limone** in modo da ricoprire i due elettrodi per circa **1-2 centimetri**.

Dopo aver posto in **serie** gli elettrodi inseriti nei bicchieri, se collegherete il puntale **positivo** del tester al terminale di **rame** e il puntale **negativo** al terminale di **zinco** rileverete una tensione di circa **2,8 volt** e questo dimostra che usando **più succo** di limone si riesce a prelevare da ogni bicchiere una tensione di **0,93 volt**.

Fig.384 Inserendo un ritaglio di rame e uno di zinco in una fetta di limone, riuscirete a prelevare da questa pila rudimentale una tensione di circa 0,8 volt.

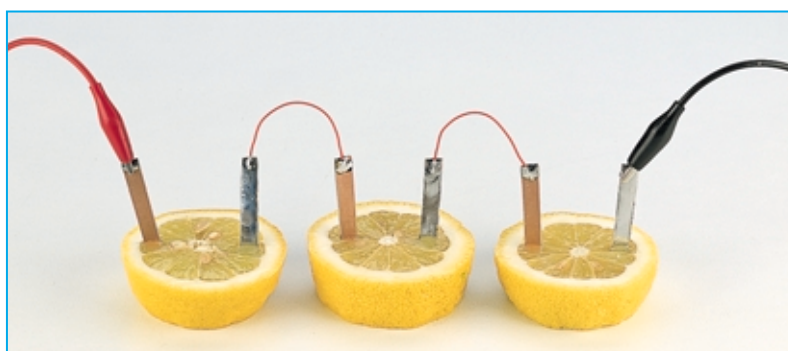
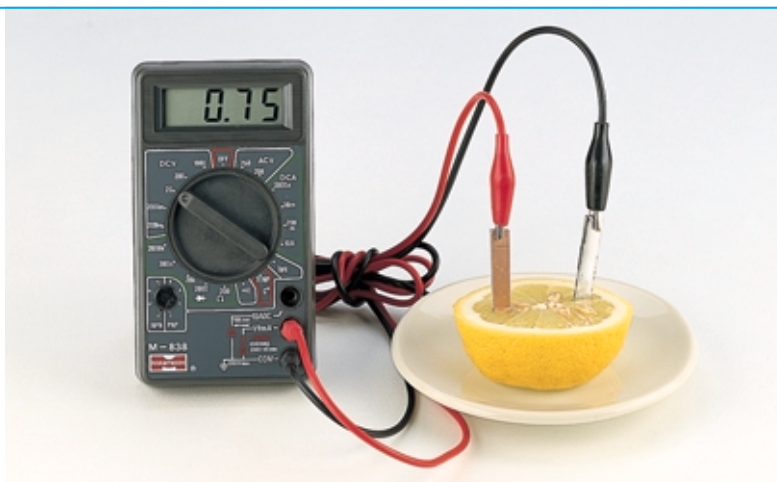



Fig.385 Collegando in serie tre fette di limone riuscirete a prelevare una tensione di circa 2,4 volt.

Nel caso non riusciste a recuperare dei ritagli di **rame** o di **zinco** non scoraggiatevi.
Procuratevi delle pile cilindriche **scariche** da **1,5 volt** oppure quadre da **4,5 volt** ed apritele.

Poichè l'**involucro** esterno di queste pile è di **zinco**, ne potrete ritagliare una piccola striscia che vi servirà per l'elettrodo **negativo**.
Come noterete, l'elettrodo **centrale** di queste pile che corrisponde all'elettrodo **positivo**, anziché risultare di **rame** è composto da una piccola barretta cilindrica di **carbone**.

Se all'interno di un bicchiere contenente del **succo** di **limone** inserite questa barretta di **carbone** e un ritaglio di **zinco** (vedi fig.386), riuscirete a prelevare da questa elementare **pila** una tensione di circa **0,93 volt**.
Collegando in **serie** due bicchieri preleverete una tensione di circa **1,86 volt**, collegandone tre preleverete una tensione di circa **2,8 volt**, collegandone quattro in **serie** la tensione salirà a **3,8 volt** circa.

Con questo semplice esperimento vi abbiamo dimostrato come si possa costruire una **pila rudimentale** e come, collegando in **serie** più elementi, si riesca ad aumentare il valore di una **tensione**.

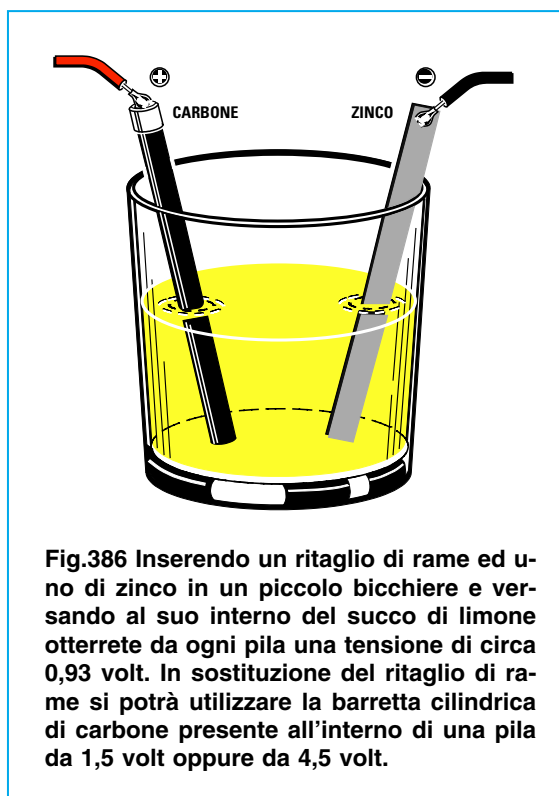



Fig.386 Inserendo un ritaglio di rame ed uno di zinco in un piccolo bicchiere e versando al suo interno del succo di limone otterrete da ogni pila una tensione di circa 0,93 volt. In sostituzione del ritaglio di rame si potrà utilizzare la barretta cilindrica di carbone presente all'interno di una pila da 1,5 volt oppure da 4,5 volt.

Fig.387 Gli interruttori e i deviatori possono avere forme e dimensioni diverse. I doppi deviatori, come potete vedere in questo disegno, racchiudono al loro interno due deviatori separati.

INTERRUTTORI e COMMUTATORI

Per lasciar passare o interrompere in un circuito elettrico una tensione di alimentazione oppure un segnale di BF, si usano dei **contatti** meccanici contenuti all'interno di un componente chiamato **interruttore - deviatore - commutatore**.

Riassumiamo qui brevemente le differenze che intercorrono fra questi tre componenti.

Gli **interruttori** dispongono di **2 terminali** perché al loro interno sono presenti due soli contatti.

L'interruttore si dice **chiuso** oppure **on** quando i suoi contatti si **toccano** e in questa condizione una tensione applicata su uno dei suoi terminali riesce a passare su quello opposto (vedi fig.390).

L'interruttore si dice **aperto** oppure **off** quando i suoi terminali **non** si **toccano**, quindi il flusso della corrente risulta interrotto (vedi fig.390).

In una qualsiasi apparecchiatura, sia essa una radio, un amplificatore, una televisione, esiste sempre un **interruttore** per poter applicare al circuito la tensione di alimentazione.

I **deviatori** dispongono di **3 terminali** perché al loro interno sono presenti tre contatti.

Agendo sulla leva di comando si **apre** un contatto e automaticamente si **chiude** quello opposto o viceversa (vedi fig.389).

Collegando un **deviatore** nello schema visibile in fig.391, potremo spegnere la lampadina **A** ed accendere la lampadina **B** o viceversa.

In commercio esistono anche dei **doppi deviatori** che racchiudono al loro interno due **deviatori separati** (vedi fig.387).

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

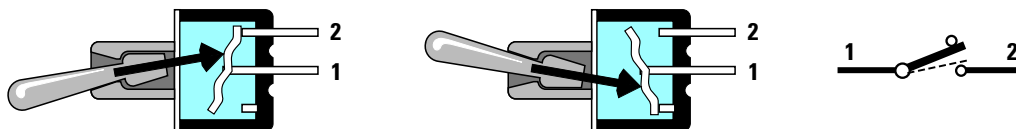



Fig.388 Spostando la leva esterna di un INTERRUTTORE, una barretta interna provvederà a cortocircuitare o ad aprire i due terminali 1-2. In tutti gli schemi elettrici l'interruttore viene raffigurato con il simbolo grafico visibile a destra.

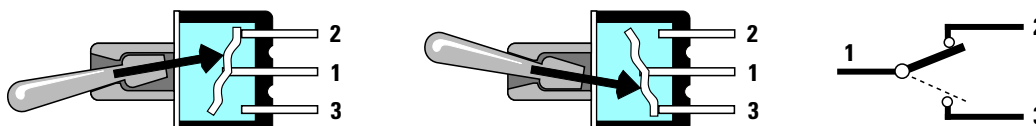



Fig.389 Spostando la leva di un DEVIATORE, una barretta interna provvederà a cortocircuitare i due terminali 1-2 e ad aprire i due terminali 1-3 o viceversa. In tutti gli schemi elettrici il deviatore viene raffigurato con il simbolo grafico visibile a destra.

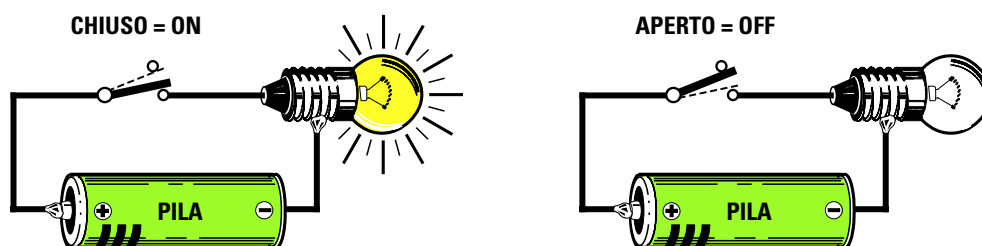



Fig.390 Quando i due terminali 1-2 si toccano, si dice che l'Interruttore è CHIUSO oppure in posizione ON. Quando i due terminali 1-2 non si toccano si dice che l'interruttore è APERTO oppure in posizione OFF. In posizione ON la tensione passerà dal terminale 1 verso il terminale 2. In posizione OFF il flusso della tensione verrà interrotto.

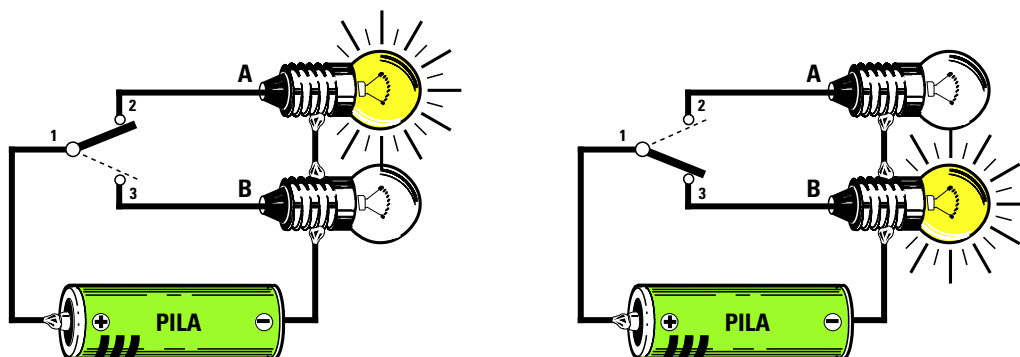
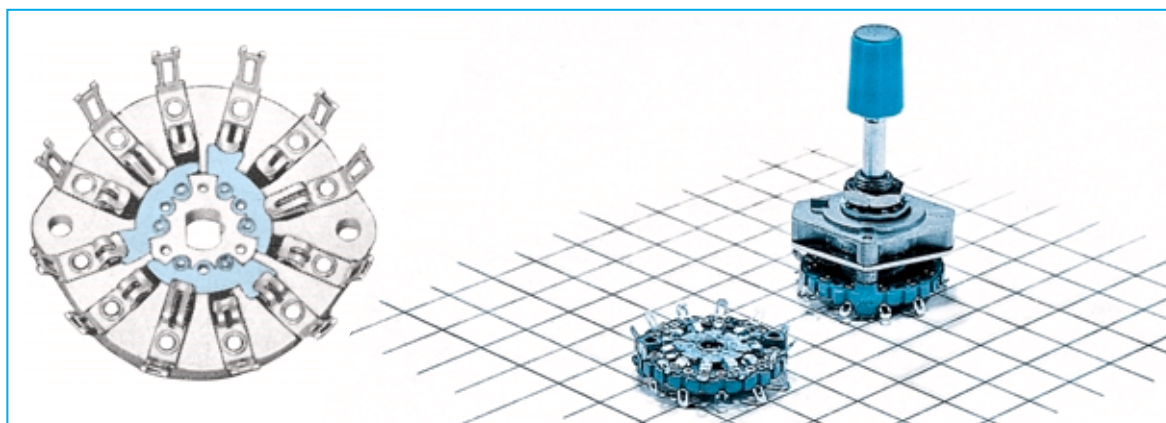



Fig.391 Nei Deviatori, quando i due terminali 1-2 si toccano la tensione passerà dal terminale 1 (terminale posto al centro) verso il terminale 2 e s'interromperà sul terminale 3 o viceversa. Quindi collegando ai terminali 2-3 due lampadine, quando si accenderà la lampadina A vedremo spegnersi la lampadina B o viceversa.

I **commutatori** si differenziano dagli interruttori e dai deviatori perchè sono provvisti di un perno che, facendo ruotare un **cursore**, chiude uno dopo l'altro i **contatti** presenti nel loro corpo.

Si possono reperire commutatori con uno o più **cursori** e con diversi **contatti**:

I **commutatori 1 via - 12 posizioni** (vedi fig.392-395) dispongono di un **solo cursore** che si chiude su uno dei **12 contatti** esterni.

I **commutatori 2 vie - 6 posizioni** (vedi fig.393-396) dispongono di **2 cursori** (vedi **A-B**) che si chiudono su **6 contatti**.
Infatti la sigla **2 vie** sta ad indicare che questo commutatore è composto da **2 sezioni** provviste di **6 contatti**.

I **commutatori 3 vie - 4 posizioni** (vedi fig.394-397) dispongono di **3 cursori** (vedi **A-B-C**) che si chiudono su **4 contatti**.
Infatti la sigla **3 vie** indica che questo commutatore è composto da **3 sezioni** provviste ciascuna di **4 contatti**.

I **commutatori 4 vie - 3 posizioni** (vedi fig.398) dispongono di **4 cursori** (vedi **A-B-C-D**) che si chiudono su **3 contatti**.
La sigla **4 vie** indica che questo commutatore è composto da **4 sezioni** provviste di **3 contatti**.

I **commutatori 6 vie - 2 posizioni** (vedi fig.399) dispongono di **6 cursori** (vedi **A-B-C-D-E-F**) che si chiudono su **2 contatti**.
La sigla **6 vie** indica che questo commutatore è composto da **6 sezioni** provviste di **2 contatti**.

Poichè sul corpo dei commutatori rotativi a più **vie** non è mai indicato su quali **contatti** si chiudono i loro cursori, abbiamo riportato nella pagina di destra il disegno di ogni singolo settore.

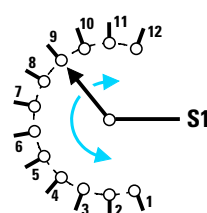



Fig.392 Disegno grafico di un commutatore 1 via 12 posizioni. Se in uno schema vi sono tre identici commutatori, il primo verrà siglato S1, il secondo S2, il terzo S3.

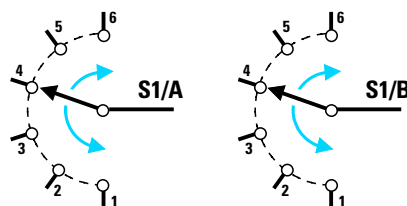



Fig.393 Disegno grafico di un commutatore a 2 vie 6 posizioni. In uno schema elettrico le due sezioni A-B possono essere poste anche a notevole distanza tra loro.

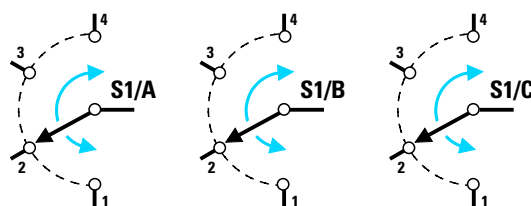



Fig.394 Disegno grafico di un commutatore a 3 vie 4 posizioni. In uno schema elettrico le tre sezioni sono contrassegnate con lo stesso numero S1/A - S1/B - S1/C.

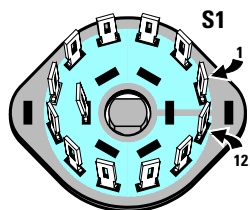



Fig.395 Nello zoccolo di un commutatore a 1 via 12 posizioni è presente un solo cursore.

Fig.396 Nello zoccolo di un commutatore a 2 vie 6 posizioni troviamo 2 cursori siglati S1/A e S1/B.

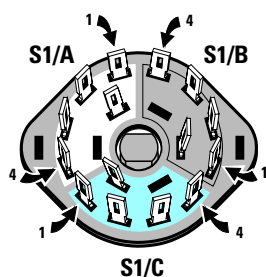
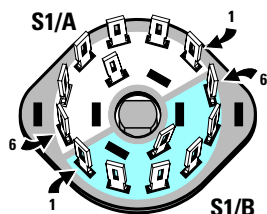



Fig.397 Nello zoccolo di un commutatore a 3 vie 4 posizioni troviamo 3 cursori siglati S1/A - S1/B - S1C.

Fig.398 Nello zoccolo di un commutatore a 4 vie 3 posizioni troviamo 4 cursori siglati S1/A-S1/B-S1/C-S1/D.

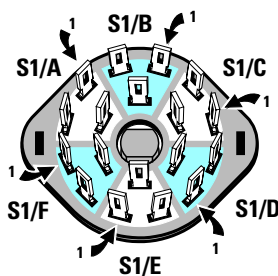
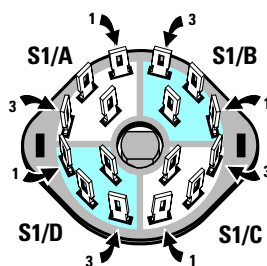



Fig.399 Nello zoccolo di un commutatore a 6 vie 2 posizioni troviamo 6 cursori siglati S1/A -B-C-D-E-F.

Fig.400 Nei commutatori digitali è presente una finestra in cui appare un numero da 0 a 9. In questa foto potete osservare due commutatori digitali appaiati.

In caso di dubbio, potrete individuare ciascun contatto con un tester posto in posizione **ohmetro**.

Oltre ai commutatori **rotativi** ne esistono altri chiamati **digitali**, provvisti di una **finestra** nella quale appare un numero da **0** a **9** (vedi fig.400).

Per cambiare questo numero è sufficiente ruotare la piccola manopola **dentellata** presente sul loro corpo oppure premere i pulsanti indicati **+/–**.

Premendo il pulsante **+** il numero che appare nella finestra **aumenta** di una unità, premendo l'opposto pulsante **–** il numero **diminuisce** di una unità.

Questi commutatori possono essere di tipo **decimale** oppure di tipo **binario**.

I commutatori **decimali** dispongono sul retro di **11 piste** in rame (vedi fig.401) contrassegnate dai numeri da **0** a **9** e dalla lettera **C**.

La lettera **C** è il terminale del **cursore**, quindi ruotando la manopola dentata o premendo i pulsanti posti sul frontale, chiuderemo il terminale **C** con le piste numerate **0-1-2-3-4-5-6-7-8-9**.

I commutatori **decimali** possono essere paragonati ad un semplice commutatore **rotativo** da **1 via - 10 posizioni**.

I commutatori **binari** si differenziano dai decimali perché dispongono sul retro di sole **5 piste** in ra-

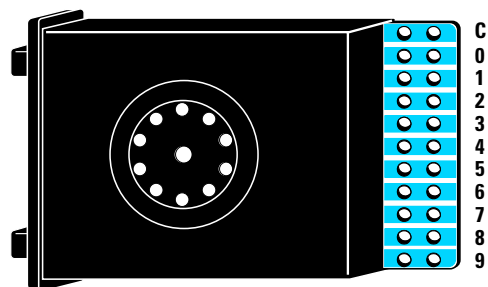



Fig.401 Sul circuito stampato dei commutatori decimali sono presenti 11 piste in rame. La pista del cursore rotativo è sempre contrassegnata dalla lettera C.

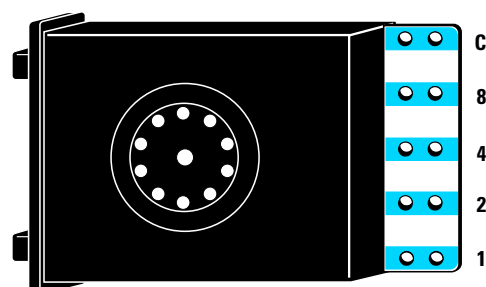



Fig.402 Sul circuito stampato dei commutatori Binari sono presenti 5 piste in rame contrassegnate C-1-2-4-8. La pista indicata con la lettera C è quella del cursore.

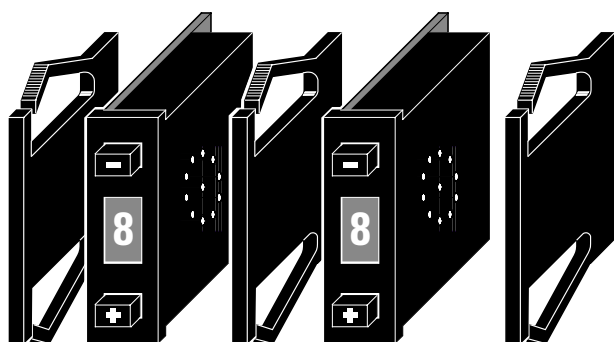



Fig.403 Poiché questi commutatori sono componibili è possibile accoppiarli in modo da ottenere dei blocchi da 2-3-4-5 settori. Per poterli fissare sul pannello frontale del mobile, ai lati di questi blocchi andranno innestate delle sponde.

me (vedi fig.402) contrassegnate dai numeri **1-2-4-8** e dalla lettera **C**.

La lettera **C** corrisponde sempre al terminale del **cursore**, quindi ruotando la manopolina dentata o premendo i due pulsanti posti sul frontale, chiuderemo il terminale **C** con una o più piste **1-2-4-8**.

In pratica ruotando il **cursore** sulle **dieci** posizione, da **0** a **9**, si chiuderanno questi contatti:

numero 0 = contatto **C aperto**
numero 1 = contatto **C chiuso** su **1**
numero 2 = contatto **C chiuso** su **2**
numero 3 = contatti **C chiusi** su **1+2**
numero 4 = contatto **C chiuso** su **4**
numero 5 = contatti **C chiusi** su **1+4**
numero 6 = contatti **C chiusi** su **2+4**
numero 7 = contatti **C chiusi** su **1+2+4**
numero 8 = contatto **C chiuso** su **8**
numero 9 = contatti **C chiusi** su **1+8**

Come potete notare il **cursore** di questo commutatore **binario** si commuta su **uno** o **più** contatti **1-2-4-8** in modo da ottenere un valore pari alla **somma** del numero che appare nella **finestra**.

Quindi se nella finestra appare il numero **3**, il cursore risulterà contemporaneamente commutato sulle piste **1+2** per poter ottenere il valore di **3**.

Se appare il numero **2** il cursore risulterà commutato sulla sola pista **2**.

Se appare **7** il cursore risulterà commutato sulle piste **1+2+4** per poter ottenere il valore di **7**.

Se appare **9** il cursore risulterà commutato sulle piste **1+8** per poter ottenere il valore di **9**.

Questo speciale commutatore viene normalmente utilizzato in molti progetti **digitali** ed infatti quando passeremo a presentarveli scoprirete voi stessi come ci aiuti a risolvere molti problemi.

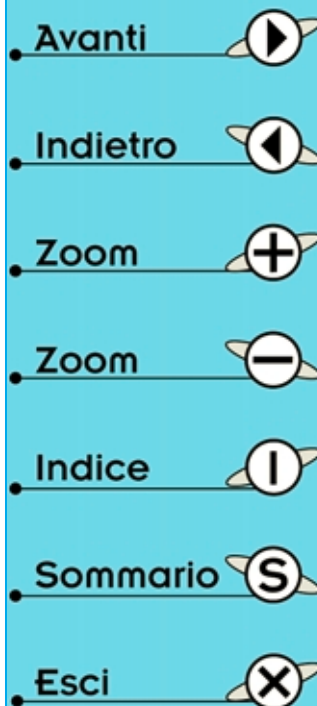
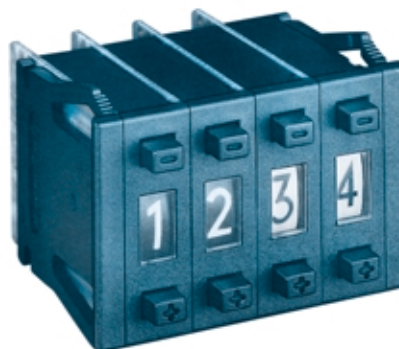



Fig.404 Dopo aver montato il circuito ed averlo inserito all'interno del relativo mobile potrete subito giocare, assieme ai vostri amici, con questo gadget elettronico costruito con le vostre mani.

UN SEMPLICE GADGET ELETTRONICO

Per migliorare le proprie conoscenze tecniche in campo elettronico occorre tenersi sempre in allenamento e per questo motivo in ciascuna Lezione vi proponiamo dei semplici montaggi molto validi per degli apprendisti in elettronica.

Eseguendo questi montaggi imparerete a conoscere dei nuovi componenti e quando constaterete che questi circuiti funzionano immediatamente non appena vengono alimentati, vi renderete conto che l'elettronica non è poi così difficile come pensavate inizialmente.

Il progetto che vi presentiamo in questa Lezione è un semplice gioco elettronico che susciterà un sicuro interesse fra i vostri amici, i quali, sapendo che solo da poco tempo vi siete addentrati in questo campo che implica l'utilizzo di transistor, integrati e tanti altri componenti a loro sconosciuti, si stupiranno nel vedervi già in grado di realizzare e di far funzionare un progetto.

Non preoccupatevi se in questo schema troverete dei componenti e dei **simboli** dei quali non conoscete ancora il significato, perchè arriverà anche la Lezione in cui vi spiegheremo dettagliatamente cosa sono e come funzionano.

Una volta che avrete portato a termine il montaggio di questo progetto vi troverete a disposizione due giochi, un **dado elettronico** ed uno meno conosciuto ma più divertente chiamato **gemelli**.

In questo secondo gioco si devono **sommare** soltanto i **punti** che appaiono nelle caselle in cui si accendono **entrambi** i diodi.
Quindi se si accendono **due** led nelle caselle contrassegnate **10-30** avrete realizzato un punteggio di **40**, se si accendono i **due** led nelle caselle **20-30-40**, avrete realizzato un punteggio di **90**.
Quando si accendono in tutte le quattro caselle i **due** diodi led otterrete il massimo punteggio che è **100**, se invece **non** si accende nessun diodo led oppure un **solo** led in tutte le quattro caselle otterrete il punteggio minimo che risulta **0**.

Detto questo possiamo passare allo schema elettrico riportato in fig.406 per spiegarvi come funziona questo circuito.

Premendo il pulsante **P1** la tensione **positiva** di alimentazione di **6 volt** va a caricare il condensatore elettrolitico **C1**.
Lasciando il pulsante, la tensione **positiva** immagazzinata dal condensatore elettrolitico va ad ali-

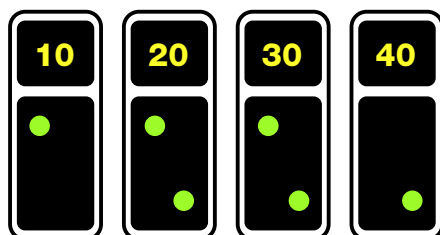



Fig.405 Nel gioco dei "Gemelli" si dovranno sommare i soli punti che appaiono nelle caselle in cui risultano accesi entrambi i diodi led. In questo esempio, bisognerà sommare soltanto il punteggio delle due caselle 20+30 e non quello delle caselle 10 e 40 poiché in queste ultime è acceso un solo diodo led.

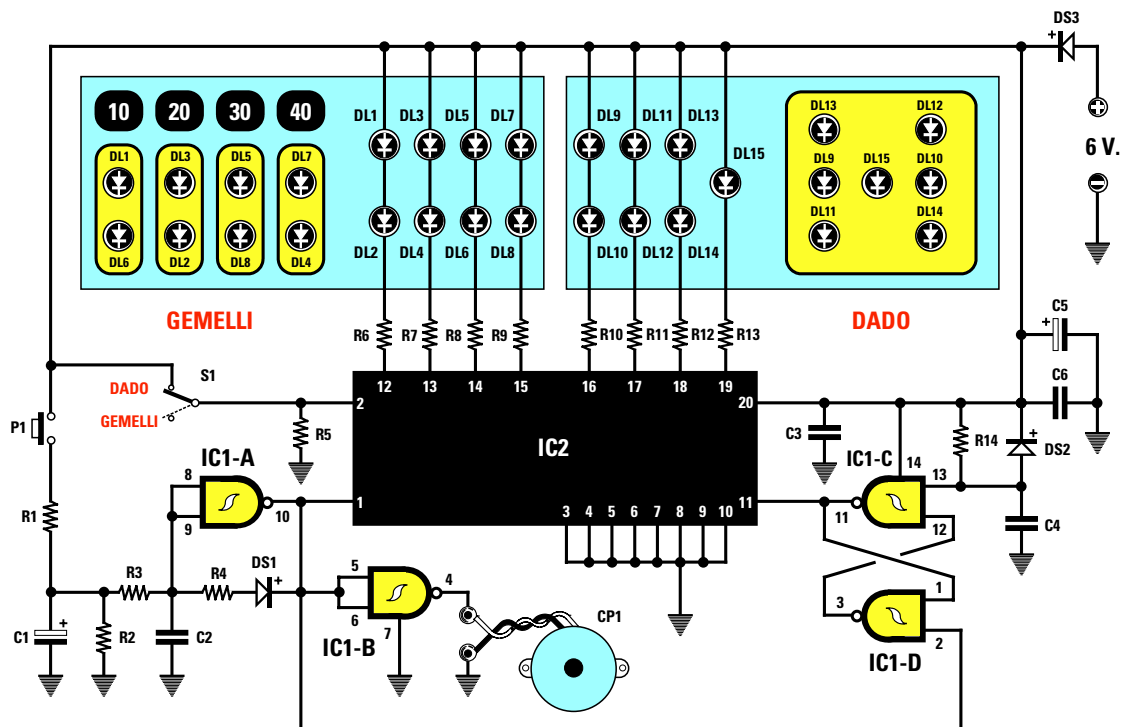



Fig.406 Schema elettrico del Gadget elettronico. Di lato sono riportati l'elenco ed i valori dei componenti da utilizzare.

mentare i piedini **8-9** di **IC1/A**, quel componente contrassegnato da un simbolo strano del quale non vi abbiamo ancora parlato e che in pratica è una **porta logica** chiamata **Nand**.
Fino a quando questo condensatore **C1** risulta **carico**, dal piedino d'uscita **10** di **IC1/A** fuoriesce una frequenza ad **onda quadra** che entra nel piedino **1** del rettangolo nero siglato **IC2**, che in pratica è un integrato **digitale** programmato.
Questo integrato provvede a cortocircuitare a **massa** in modo **casuale** le resistenze **R6-R7-R8-R9-R10-R11-R12-R13**.

Se l'integrato **IC2** cortocircuita a **massa** le resistenze **R6-R7** si accendono i soli diodi led siglati **DL1-DL2** e **DL3-DL4**.

Se l'integrato **IC2** cortocircuita a **massa** le resistenze **R12-R13** si accendono i soli diodi led siglati **DL13-DL14** e **DL15**.

Quando il condensatore elettrolitico **C1** si sarà totalmente **scaricato**, il **Nand** siglato **IC1/A**, non invierà più sul piedino **1** dell'integrato **IC2** la frequenza ad **onda quadra** che generava e, di conseguenza, rimarrà accesa la combinazione dei diodi led presente in quell'istante.

ELENCO COMPONENTI LX.5009

R1 = 220 ohm 1/4 watt
R2 = 100.000 ohm 1/4 watt
R3 = 1 megaohm 1/4 watt
R4 = 10.000 ohm 1/4 watt
R5 = 1.000 ohm 1/4 watt
R6 = 150 ohm 1/4 watt
R7 = 150 ohm 1/4 watt
R8 = 150 ohm 1/4 watt
R9 = 150 ohm 1/4 watt
R10 = 150 ohm 1/4 watt
R11 = 150 ohm 1/4 watt
R12 = 150 ohm 1/4 watt
R13 = 330 ohm 1/4 watt
R14 = 22.000 ohm 1/4 watt
C1 = 100 mF elettrolitico
C2 = 47.000 pF elettrolitico
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 22 mF elettrolitico
C6 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo tipo 1N.4150
DS2 = diodo tipo 1N.4150
DS3 = diodo tipo 1N.4007
DL1-DL15 = diodi led
IC1 = C-Mos tipo 4093
IC2 = EP.5009
P1 = pulsante
S1 = deviatore
CP1 = cicalina piezo

L'interruttore **S1** collegato al piedino **2** di **IC2** ci consente di selezionare uno dei due giochi.
Quando **S1** applica sul piedino **2** la tensione positiva dei **6 volt** risulterà attivo il solo gioco dei **dadi**, quando **S1** toglie questa tensione positiva risulterà attivo il solo gioco dei **gemelli**.

In questo circuito sono presenti altre tre **porte Nand** siglate **IC1/B-IC1/C-IC1/D** la cui funzione non vi abbiamo ancora spiegato.

Utilizziamo il **Nand** siglato **IC1/B** per eccitare la piccola capsula piezoelettrica siglata **CP1** necessaria per poter ottenere un suono.

I **Nand** siglati **IC1/C-IC1/D** collegati al piedino **11** dell'integrato **IC2** impediscono che i diodi led si accendano casualmente ancora prima di premere il pulsante **P1**.

Per terminare aggiungiamo che tutte le quattro porte **Nand** siglate **IC1/A-IC1/B-IC1/C-IC1/D** sono contenute all'interno di un piccolo integrato siglato **CD.4093** (vedi fig.411).

I **numeri** riportati in corrispondenza dei quattro lati dell'integrato **IC2** indicano la posizione dei piedini sul suo corpo (vedi fig.411).

Questi numeri non servono a chi monta questo progetto, perchè le piste in rame presenti sul **circuito stampato**, siglato **LX.5009**, provvedono a collegare, senza errori, ogni singolo piedino.

Il circuito deve essere alimentato con una tensione **stabilizzata** di **6 volt** che potete prelevare dall'alimentatore **LX.5004** che abbiamo pubblicato nella Lezione N.7 (vedi rivista N.186).

Alimentando il circuito con una tensione **maggiore**, ad esempio di **7 volt**, si corre il rischio di bruciare l'integrato **IC2**.
Il diodo **DS3** posto in serie al filo **positivo** di alimentazione serve per non bruciare i due integrati nel caso venisse inavvertitamente collegata la tensione **positiva** dei **6 volt** sul filo **negativo**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Richiedendo il kit **LX.5009** vi verranno forniti tutti i componenti necessari per realizzare questo progetto, compresi il circuito stampato già inciso e forato ed un mobile plastico completo di mascherina forata e serigrafata.

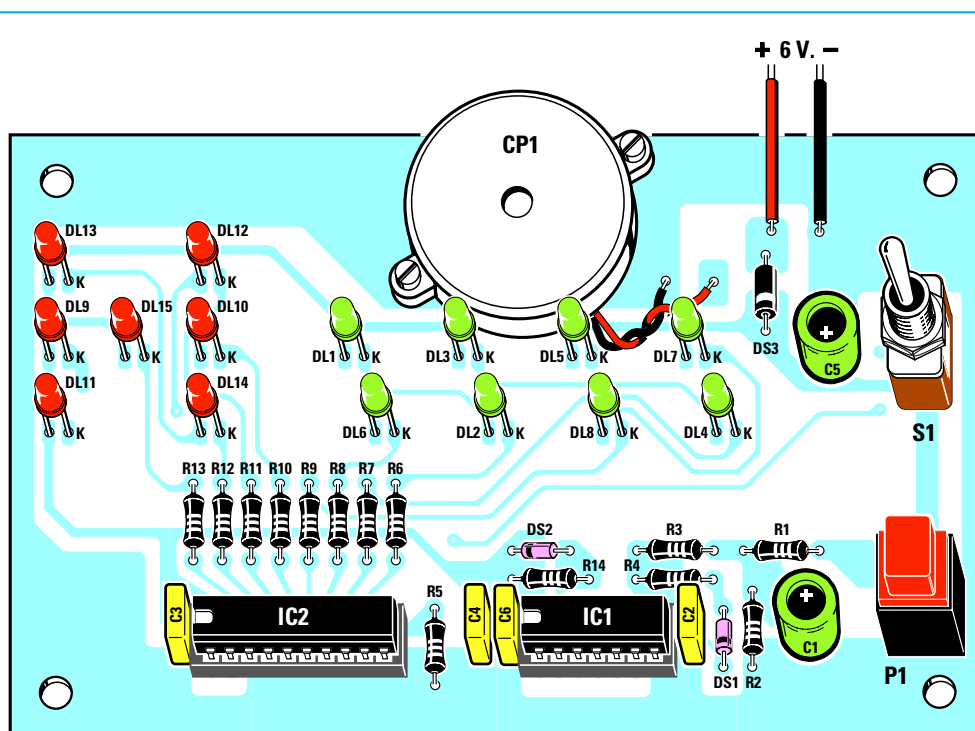



Fig.407 Schema pratico di montaggio. Se prima di inserire una resistenza o un condensatore ne controllerete l'esatto valore e se orienterete la "fascia" colorata di ciascun diodo DS come indicato nel disegno, il circuito funzionerà istantaneamente.

Fig.408 Foto del montaggio visto dal lato dei componenti.

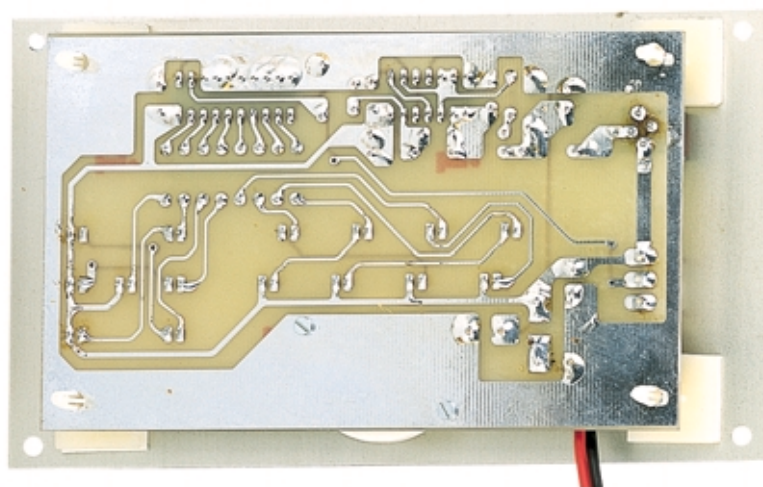
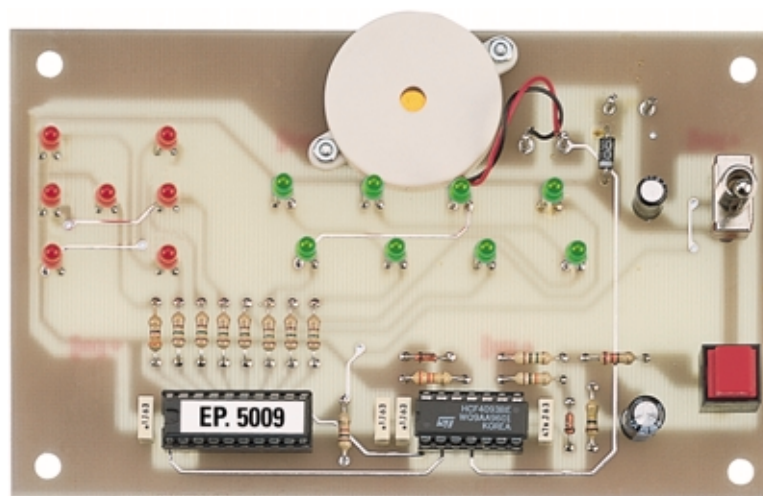



Fig.409 Lo stesso circuito osservato dal lato delle saldature.

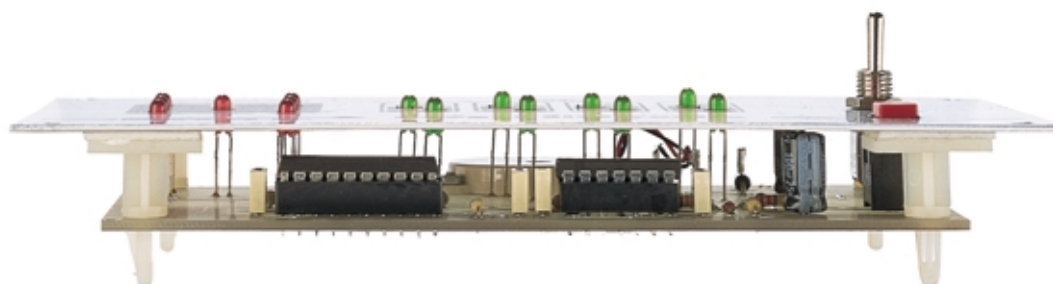



Fig.410 Una volta montati sullo stampato tutti i diodi led, inserendone il terminale più corto siglato K (vedi fig.411) nei fori che appaiono contrassegnati dalla lettera K (vedi fig.407), appoggiate sopra a questi la mascherina frontale, poi capovolgete il tutto e, dopo aver fatto fuoriuscire tutte le teste dei diodi led, saldatene con cura i terminali.

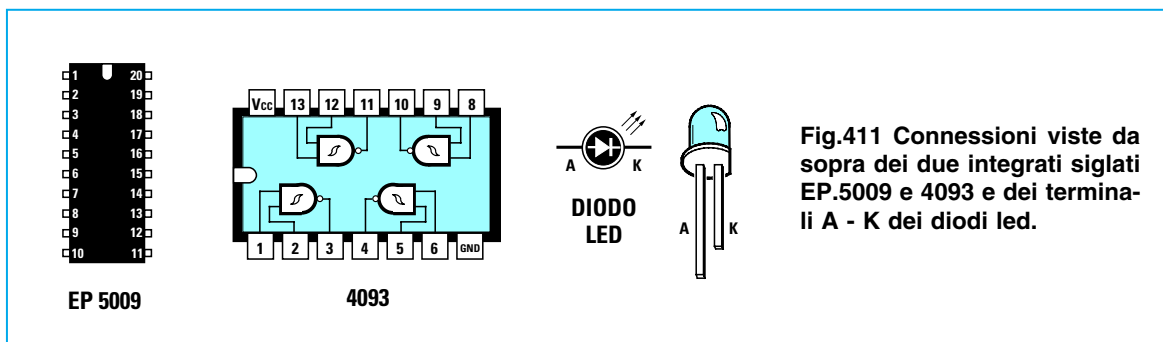



Fig.411 Connessioni viste da sopra dei due integrati siglati EP.5009 e 4093 e dei terminali A - K dei diodi led.

Una volta in possesso del circuito stampato, potete subito iniziare ad inserire i due zoccoli degli integrati **IC1-IC2** nelle posizioni indicate in fig.407.
Dopo aver appoggiato il corpo di questi zoccoli sulla basetta del circuito stampato, ne dovete **saldare** tutti i piedini sulle sottostanti piste in rame.
Gli **errori** che un principiante può commettere, nel caso non avesse letto la **Lezione N.5**, sono sempre i soliti:

- Anzichè appoggiare l'anima dello **stagno** sulla pista da saldare, la si fonde sulla punta del saldatore. In questo modo il **disossidante** contenuto al suo interno non riesce a **pulire** il **terminale** dello zoccolo e la pista in **rame** dello stampato e quindi si ottiene un collegamento elettrico instabile.

- Sulla pista in rame si scioglie un **eccesso** di stagno che, spandendosi, va a **cortocircuitare** la pista vicina.

- Ci si **dimentica** di saldare uno dei tanti piedini presenti nello zoccolo.

Se non commetterete nessuno di questi errori elementari, il circuito funzionerà non appena lo avrete completato.
Proseguendo nel montaggio, potete inserire nelle posizioni contrassegnate dalle scritte **R1-R2-R3**, ecc. (vedi fig.407) tutte le **resistenze**, verificandone il valore con l'aiuto del **codice** dei **colori** (vedi **Lezione N.2**).
Come vi abbiamo già spiegato nelle precedenti lezioni, dovete dapprima appoggiare il corpo delle resistenze sul circuito stampato e poi saldarne i due terminali tranciando con un paio di tronchesine il filo eccedente.
Dopo le resistenze potete inserire nello stampato i diodi al silicio **DS1-DS2** con corpo in vetro, posizionando il lato contornato da una **fascia nera** come indicato nel disegno pratico di fig.407.
Se orienterete questa fascia nera in senso opposto, il circuito **non funzionerà**.
Il diodo al silicio **DS3** con corpo plastico va collocato in prossimità del condensatore elettrolitico **C5**, orientando verso il basso la **fascia bianca** presente sul suo corpo.

A questo punto potete montare tutti i condensatori **poliestere** e i due **elettrolitici** siglati **C1-C5**, inserendo il loro terminale **positivo** nel foro dello stampato contrassegnato con il simbolo **+**.
Se sul corpo di questi elettrolitici non è indicata nessuna polarità, controllate la lunghezza dei due terminali: quello che risulta **più lungo** è il terminale **positivo**.

Dopo questi componenti potete inserire il pulsante **P1**, poi l'interruttore **S1** e fissare sulla parte alta dello stampato la cicalina piezoelettrica **CP1** saldando, senza rispettare nessuna polarità, i due fili rosso-nero sulle due piste presenti in prossimità del diodo led **DL7**.

Montate infine sullo stampato tutti i **diodi led**, inserendo il terminale **più corto** chiamato **Catodo** nel foro contrassegnato dalla lettera **K**.
Se inserirete questo terminale **K** nel foro opposto **non** si accenderà nè questo **diodo led** e nemmeno quello che si trova posto in **serie** ad esso.
Se il diodo led **DL1** verrà invertito, automaticamente **non** si accenderà nemmeno il diodo led siglato **DL2**.
Nei fori delle caselle dei **gemelli** dovete inserire i diodi led di colore **verde**, mentre nei fori dei **dadi** i diodi led di colore **rosso**.

IMPORTANTE

Prima di saldare i terminali dei diodi led sulle piste in rame, vi consigliamo di innestare nei quattro fori laterali, presenti sul circuito stampato, i **perni** dei **distanziatori plastici** (vedi fig.412) che troverete inclusi nel kit.
Eseguita questa operazione, appoggiate sopra allo stampato la **mascherina** frontale, poi capovolgete il tutto in modo da far fuoriuscire dai fori presenti sulla mascherina le **teste** di tutti i diodi led.
A questo punto potete saldare i loro terminali sul circuito stampato, tagliando con un paio di tron-

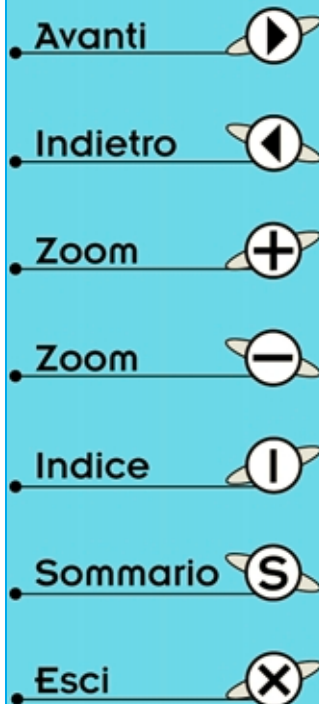
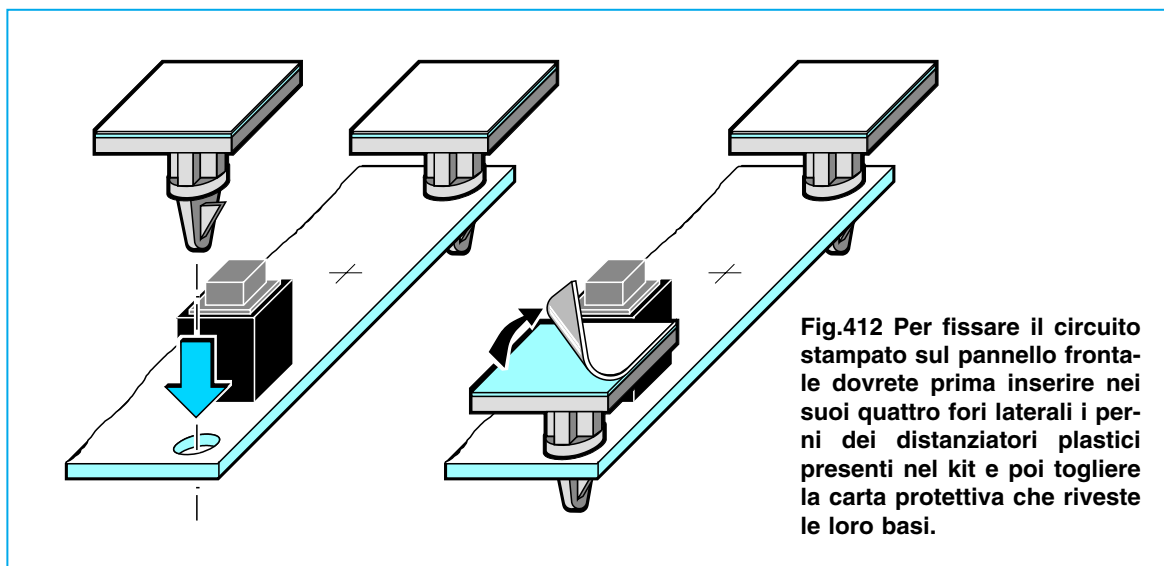



Fig.412 Per fissare il circuito stampato sul pannello frontale dovrete prima inserire nei suoi quattro fori laterali i perni dei distanziatori plastici presenti nel kit e poi togliere la carta protettiva che riveste le loro basi.

chesine la lunghezza eccedente.
Questa complessa operazione serve soltanto per ritrovarsi sul pannello frontale tutti i diodi led alla stessa distanza.
Infatti sarebbe **antiestetico** vedere un diodo led che fuoriesce dal pannello e un altro che rimane più interno.
Ovviamente anche se i diodi non risultano perfettamente allineati il circuito funzionerà ugualmente, ma poichè "anche l'**occhio** vuole sua parte" se eseguirete un lavoro a regola d'arte tutto risulterà esteticamente più presentabile.

Completato il montaggio, dovrete inserire nei rispettivi zoccoli i due integrati, facendo **molta attenzione** al lato del loro corpo su cui è presente la **tacca** di riferimento a forma di **U**.
Come appare ben evidenziato in fig.407, questa **tacca** a forma di **U** va rivolta necessariamente verso **sinistra**.

Se i piedini risultano talmente divaricati da non riuscire ad entrare nelle sedi degli zoccoli, potete avvicinarli pressandoli sopra al piano di un tavolo.

Il corpo di questi integrati va premuto con forza in modo che tutti i piedini s'innestino nelle loro sedi.
Vi consigliamo di verificare attentamente che ciò avvenga, perchè spesso accade che **un** piedino anzichè entrare nel relativo vano fuoriesca dallo zoccolo.

Se prima di inserire il circuito all'interno del mobile volete verificare se il progetto funziona, è sufficiente che colleghiate i due fili **rosso** e **nero** di alimentazione nell'alimentatore **LX.5004** regolato per erogare in uscita una tensione di **6 volt**.

Inizialmente tutti i diodi led risulteranno **spenti**, ma non appena premerete il pulsante **P1** vedrete tutti i diodi led lampeggiare velocemente per poi rallentare fino a quando rimarranno accesi i soli led del punteggio finale.

Constatato che il circuito funziona regolarmente, lo potete collocare all'interno del suo mobile plastico.

Prima di fissare il circuito stampato sul pannello frontale del mobile dovete tracciare con una matita i punti in cui andranno appoggiate le basi dei **distanziatori adesivi**, dopodichè potrete togliere la carta che protegge la loro superficie adesiva (vedi fig.412) e fissarli.

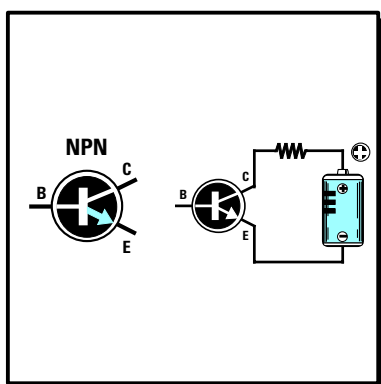
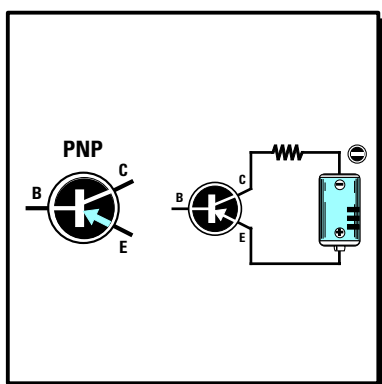
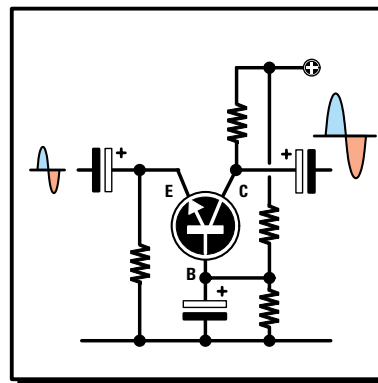
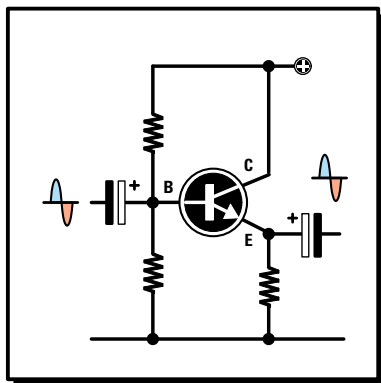
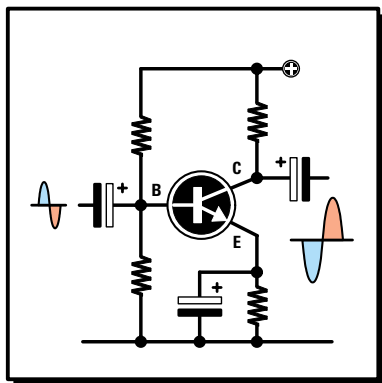
Una volta verificato che tutte le teste dei diodi led fuoriescano dal pannello, dovete premere lo stampato per far aderire le basi dei distanziatori sulla superficie del pannello frontale.

Per far fuoriuscire i due fili **rosso**-**nero** di alimentazione dovete solo aprire, con una punta da trapano, un piccolo foro sul retro del mobile plastico.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari alla realizzazione del kit **LX.5009** (vedi figg.404,407,408), compresi circuito stampato, integrati e relativi zoccoli, cicalina piezoelettrica, diodi led, **mobile** e mascherina serigrafata L.50.000

Costo del solo stampato LX.5009 .... L.14.000

Ai prezzi riportati già comprensivi di IVA andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

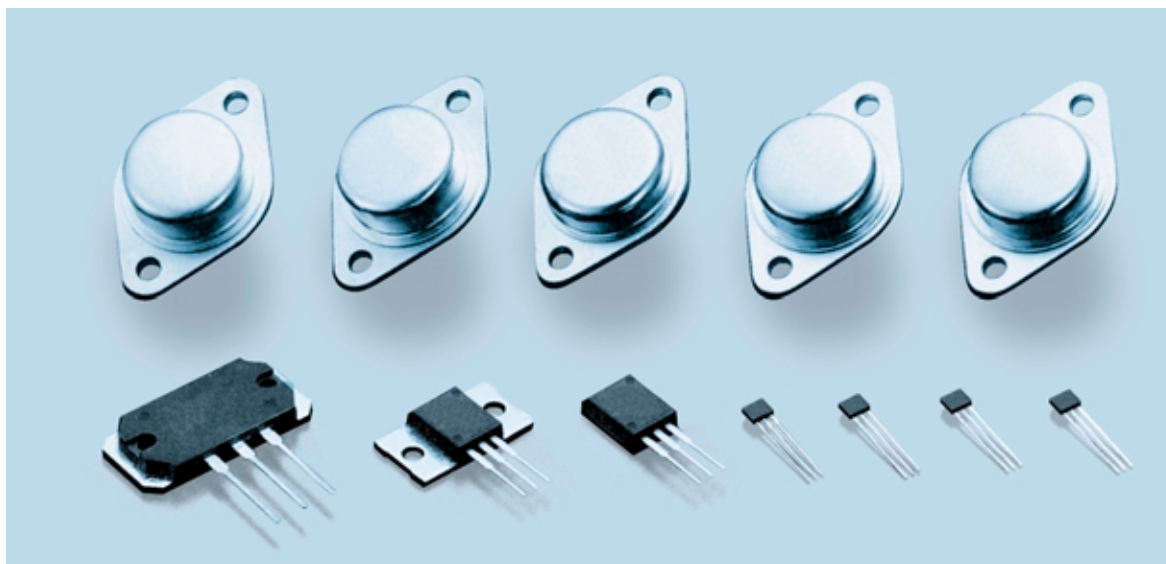
Un componente che troverete in quasi tutte le apparecchiature elettroniche è il **transistor**, che viene usato per amplificare qualsiasi tipo di segnale sia di **BF** che di **RF**, sigle che come già sapete significano segnali di **bassa frequenza** e di **alta frequenza**.

Apprendere come si polarizza un transistor per farlo funzionare correttamente, riuscire a distinguere in uno schema elettrico i tre termimali **EBC** e anche se un transistor è un **PNP** o un **NPN**, è indispensabile per poter riuscire a montare una qualsiasi apparecchiatura elettronica.

A partire da questa lezione inizieremo a presentarvi tutti i più comuni **semiconduttori** utilizzati in campo elettronico, quindi gli argomenti trattati diventeranno sempre più interessanti anche perchè il tutto vi verrà spiegato in modo molto semplice e comprensibile.

Le poche, ma necessarie **formule** che riportiamo per poter calcolare tutti i valori delle **resistenze** di polarizzazione, contrariamente a quanto troverete in molti testi, sono estremamente **semplici**, pertanto non dovete preoccuparvi se, usandole, otterrete dei valori **leggermente** diversi; leggendo questa Lezione comprenderete infatti che quello che si afferma in teoria non sempre può essere applicato in **pratica**.

Quindi meglio usare **formule semplici**, tanto più che, se calcolando un valore di resistenza con formule complesse otteniamo tre numeri diversi, ad esempio **79.355 ohm** - **81.130 ohm** - **83.248 ohm**, all'atto **pratico** saremo **sempre** costretti ad usare il valore **standard** di **82.000 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

CONOSCERE I TRANSISTOR

Il **transistor** è il nome di un semiconduttore utilizzato in elettronica per amplificare qualsiasi tipo di segnale elettrico, cioè dalla **Bassa Frequenza** alla **Radio Frequenza**.

Per quanti manuali un **principiante** possa aver letto, difficilmente sarà riuscito a capire come realmente funzioni un **transistor** perché questo componente viene descritto in modo troppo teorico e con complesse **formule** matematiche.
In questa Lezione cercheremo di spiegarvi in modo completamente diverso e con molti esempi **elementari** che cos'è e come funziona questo semiconduttore chiamato **transistor**.

IL TRANSISTOR

Questo componente può avere forme e dimensioni diverse (vedi fig.413).
In tutti gli **schemi elettrici** il transistor viene raffigurato con il simbolo grafico visibile nelle figg.414-415, cioè con un cerchio dal quale fuoriescono **3 terminali** contrassegnati dalle lettere **E - B - C**.

la lettera **E** indica l'**Emettitore**
la lettera **B** indica la **Base**
la lettera **C** indica il **Collettore**

Spesso però le lettere **E - B - C** non vengono riportate accanto al simbolo grafico dal momento che i tre terminali del transistor sono **facilmente** identificabili. Infatti:

– Il terminale **Emettitore** si riconosce perché sulla sua barra inclinata è sempre **presente** una **freccia** rivolta verso l'interno o verso l'esterno.

– Il terminale **Collettore** si riconosce perché la sua barra inclinata **non ha** nessuna **freccia**.

– Il terminale **Base** si riconosce perché la sua barra ha la forma di una grossa **I**.

Questo stesso **simbolo** grafico si usa sia per i transistor di dimensioni **ridotte** sia per i transistor di dimensioni **maggiori** (vedi fig.413).

Solamente guardando il disegno **pratico** oppure la foto del montaggio è possibile stabilire le reali **dimensioni** del transistor.

Guardando il **simbolo grafico** del transistor è necessario fare molta attenzione alla direzione della **freccia** posta sul terminale **Emettitore**.

Se la **freccia** è rivolta verso la **Base**, il transistor è del tipo **PNP** (vedi fig.414).

Se la **freccia** è rivolta verso l'**esterno**, il transistor è del tipo **NPN** (vedi fig.415).

La differenza che esiste tra un **PNP** ed un **NPN** riguarda solo la **polarità** di alimentazione da applicare sul terminale **Collettore**.

Nei transistor **PNP** il terminale **Collettore** va sempre collegato alla tensione **negativa** di alimentazione (vedi fig.414).

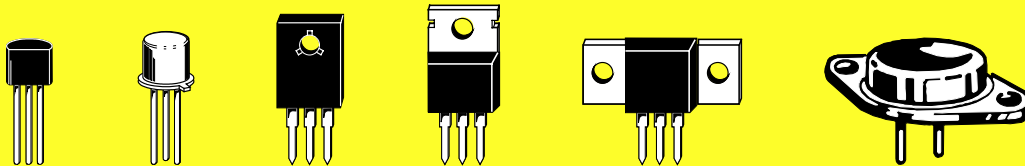



Fig.413 I transistor possono avere forme e dimensioni diverse. Quelli più piccoli vengono usati nei preamplificatori e quelli più grandi negli amplificatori finali di potenza.

Nei transistor **NPN** il terminale Collettore va sempre collegato alla tensione **positiva** di alimentazione (vedi fig.415).

Per ricordare quale **polarità** va collegata sul **Collettore** del transistor potete prendere come riferimento la lettera **centrale** delle sigle PNP ed NPN.

Nei transistor **PNP**, poiché la lettera **centrale** è una **N** (**negativo**), dovete collegare il terminale **Collettore** al **Negativo** di alimentazione.

Nei transistor **NPN**, poiché la lettera **centrale** è una **P** (**positivo**), dovete collegare il terminale **Collettore** al **Positivo** di alimentazione.

I TERMINALI E - B - C

A volte identificare i tre terminali **E - B - C** che fuoriescono dal **corpo** di un transistor può risultare problematico anche per un tecnico esperto.

Infatti una Casa Costruttrice può disporli nell'ordine **E - B - C**, un'altra Casa nell'ordine **E - C - B**, un'altra ancora nell'ordine **C - B - E** (vedi fig.416).

Un serio schema elettrico dovrebbe sempre recare la **zoccolatura** dei transistor utilizzati, vista normalmente da **sotto**, cioè dal lato in cui i terminali fuoriescono dal loro corpo (vedi fig.417).

Per evitare di leggere in senso inverso la disposizione dei piedini, sul corpo di questi componenti è sempre presente un **riferimento**.

Nei piccoli transistor **plastici** il **riferimento** è costituito dal corpo a forma di **mezzaluna** (vedi fig.417), mentre nei piccoli transistor **metallici** da una minuscola **tacca** metallica che fuoriesce dal corpo in prossimità del terminale **E**.

Nei transistor **plastici** di **media potenza** questo **riferimento** è costituito da una piccola aletta **metallica** posta da un solo lato del corpo (vedi fig.418).

Nei transistor **metallici di potenza** (vedi fig.419) i **due** terminali **E - B** vengono sempre disposti più in **basso** rispetto alla linea **centrale** del corpo e con il terminale **E** posto sulla sinistra ed il **B** sulla destra. In terminale **C** è sempre collegato al corpo **metallico** del transistor.

PER amplificare un SEGNALE

Nei **transistor** il segnale da **amplificare** viene quasi sempre applicato sul terminale **Base** e per farvi

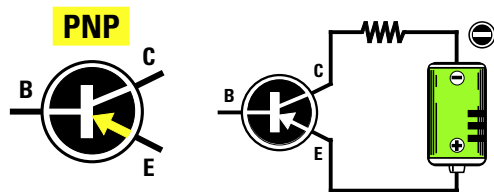



Fig.414 I transistor PNP si riconoscono dalla "freccia" posta sul terminale Emettitore che risulta sempre rivolta verso la Base. In questi transistor il Collettore va collegato al Negativo di alimentazione.

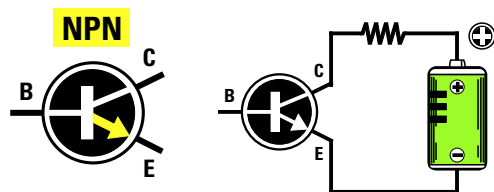



Fig.415 I transistor NPN si riconoscono dalla "freccia" posta sul terminale Emettitore che risulta rivolta verso l'esterno. In questi transistor il Collettore va sempre collegato al Positivo di alimentazione.

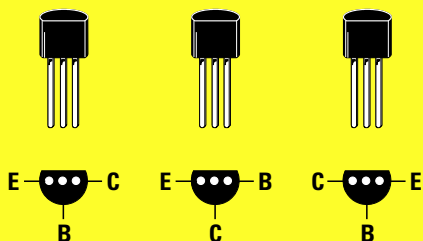



Fig.416 I tre terminali che fuoriescono dal corpo del transistor possono essere disposti E.B.C oppure E.C.B o anche C.B.E.

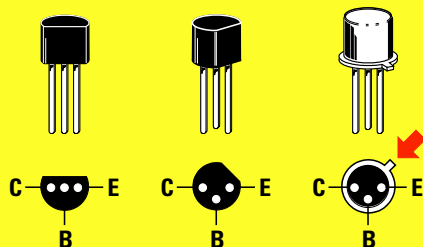



Fig.417 Per individuare i terminali E.B.C si prende come riferimento la forma a mezzaluna del corpo o la tacca metallica.

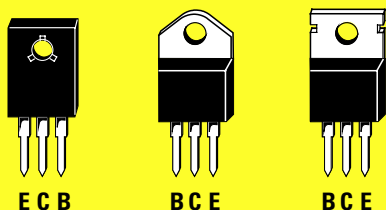



Fig.418 Nei transistor di media potenza si prende come riferimento la parte metallica posta sempre dietro al loro corpo.

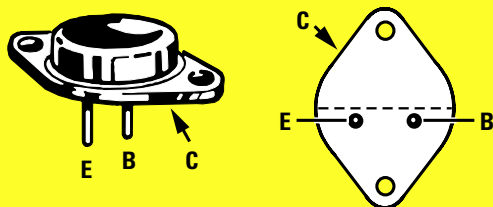



Fig.419 Nei transistor di potenza i terminali E-B sono collocati sotto alla linea centrale e il C sul metallo del corpo.

capire come questo terminale riesca a **controllare** il movimento degli **elettroni**, cioè ad aumentarli o a ridurli, paragoniamo un **transistor** ad un comune **rubinetto idraulico** (vedi fig.420).

La **leva** che comanda l'apertura e la chiusura del flusso dell'acqua può essere paragonata al terminale **Base** del transistor.

Se posizioniamo la **leva** del rubinetto a **metà corsa** da questo fuoriuscirà un flusso d'acqua di **media intensità**.

Se posizioniamo la **leva** verso il **basso** il flusso dell'acqua **cesserà**, mentre se la posizioniamo verso l'**alto** il flusso dell'acqua **aumenterà**.

Se pensate ad un **transistor** come quello disegnato in fig.421, cioè composto da un tubo di **entrata** chiamato **Collettore**, da un tubo di **uscita** chiamato **Emettitore** e da un **rubinetto centrale** chiamato **Base**, potete intuire subito come funzionano tutti i transistor.

Se la **leva** del rubinetto viene tenuta a **metà corsa** gli **elettroni** potranno passare al suo interno con **media intensità**.

Se la leva viene spostata verso il **basso** in modo da **chiudere** il rubinetto gli **elettroni** non potranno più passare.

Se la **leva** viene spostata verso l'**alto** in modo da **aprire** totalmente il rubinetto gli **elettroni** potranno passare con la **massima intensità**.

Per **amplificare** un segnale questo **rubinetto** non deve essere tenuto né tutto **chiuso** né tutto **aperto**, ma posizionato in modo da lasciare passare la **metà** degli **elettroni** che lo attraverserebbero se lo si aprisse **totalmente**.

Da questa **posizione**, se spostiamo la leva verso l'alto il flusso degli elettroni **aumenterà**, se la spostiamo verso il basso il flusso degli elettroni **diminuirà**.

Giunti a questo punto vi chiederete come si fa a regolare un **transistor** affinché questo lasci passare **metà** elettroni ed ancora come si fa a **chiuderlo** o ad aprirlo **totalmente**.

Guardando lo schema elettrico di uno stadio **amplificatore** che utilizza un transistor **NPN** (vedi fig.422) possiamo notare che:

– il terminale **Collettore** è collegato al **positivo** di alimentazione tramite la resistenza **R3**,

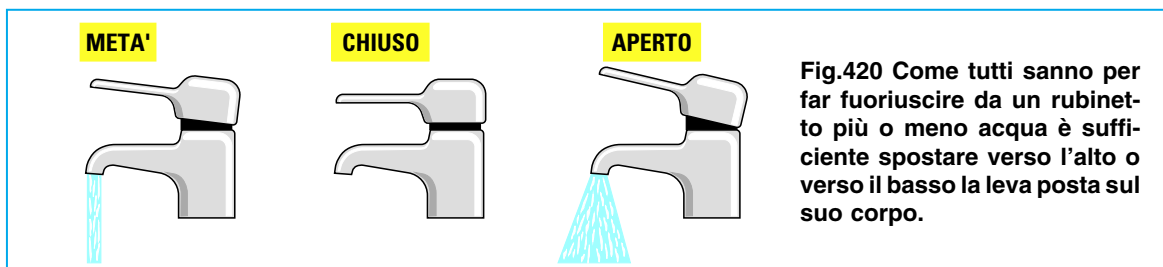



Fig.420 Come tutti sanno per far fuoriuscire da un rubinetto più o meno acqua è sufficiente spostare verso l'alto o verso il basso la leva posta sul suo corpo.

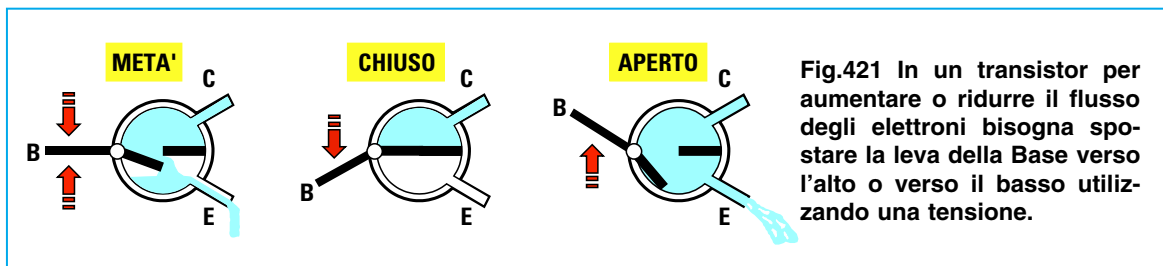



Fig.421 In un transistor per aumentare o ridurre il flusso degli elettroni bisogna spostare la leva della Base verso l'alto o verso il basso utilizzando una tensione.

– il terminale **Base** è collegato ad un partitore resistivo **R1 - R2** collegato tra il positivo ed il negativo di alimentazione,
– il terminale **Emettitore** è collegato a **massa** tramite la resistenza **R4**.

Nota: è ovvio che se questo transistor fosse stato un **PNP** avremmo dovuto collegare sul terminale **Collettore** la polarità **negativa** di alimentazione anziché la positiva (vedi fig.423).

Il **valore** di queste **quattro resistenze** viene calcolato in fase di progettazione per leggere tra i due terminali **Collettore - Emettitore** un valore di tensione che risulti molto prossimo alla **metà** del valore di alimentazione.

Quindi se si alimenta il transistor con una tensione di **20 volt**, queste resistenze vanno calcolate in modo da rilevare tra il **Collettore** e l'**Emettitore** un valore di tensione dimezzato, cioè di soli **10 volt** (vedi fig.424).
Se lo stesso transistor si alimenta con una tensione di **12 volt** queste resistenze vanno calcolate in modo da rilevare tra il **Collettore** e l'**Emettitore** una tensione di **6 volt** (vedi fig.425).

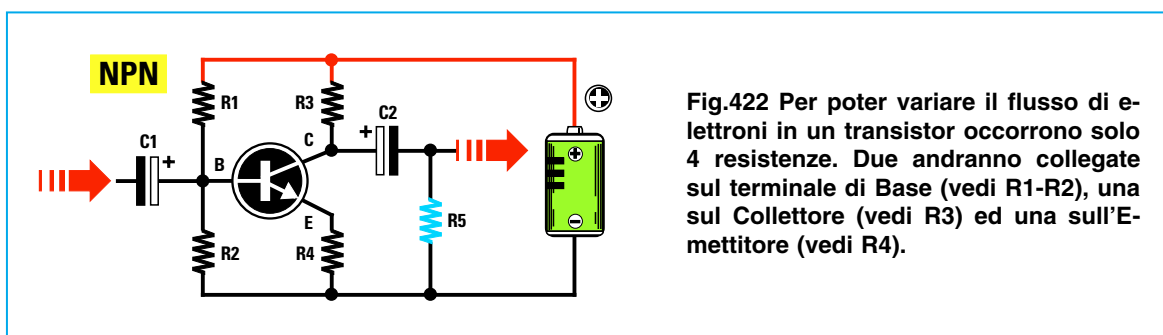



Fig.422 Per poter variare il flusso di elettroni in un transistor occorrono solo 4 resistenze. Due andranno collegate sul terminale di Base (vedi R1-R2), una sul Collettore (vedi R3) ed una sull'Emettitore (vedi R4).

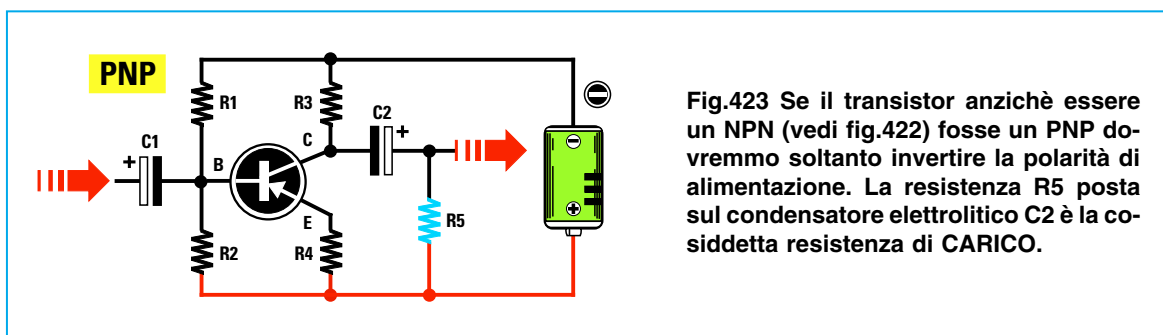



Fig.423 Se il transistor anzichè essere un NPN (vedi fig.422) fosse un PNP dovremmo soltanto invertire la polarità di alimentazione. La resistenza R5 posta sul condensatore elettrolitico C2 è la cosiddetta resistenza di CARICO.

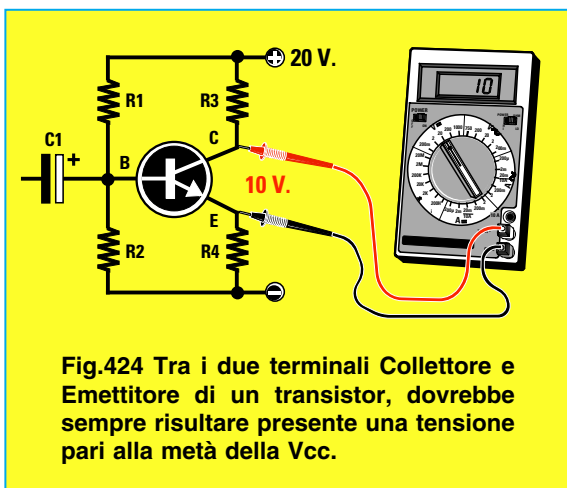



Fig.424 Tra i due terminali Collettore e Emettitore di un transistor, dovrebbe sempre risultare presente una tensione pari alla metà della Vcc.

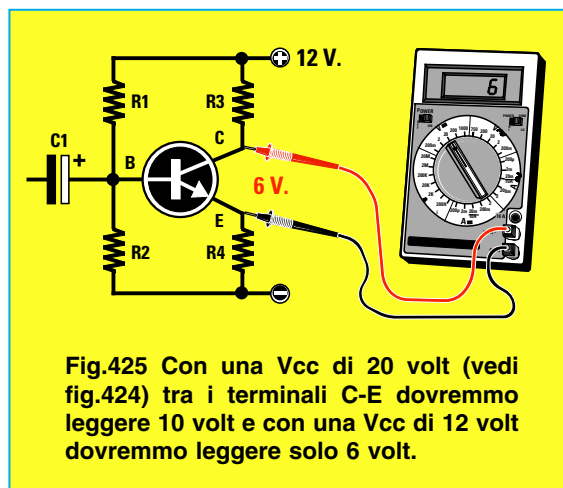



Fig.425 Con una Vcc di 20 volt (vedi fig.424) tra i terminali C-E dovremmo leggere 10 volt e con una Vcc di 12 volt dovremmo leggere solo 6 volt.

Solo quando sul **Collettore** risulta presente **metà tensione** di alimentazione avremo **dimezzato** il flusso degli elettroni e solo in questa condizione riusciremo ad **amplificare** i segnali applicati sulla **Base** senza nessuna **distorsione**.

Per spiegarvi perché tra i due terminali **Collettore - Emettitore** deve risultare presente **metà tensione** di alimentazione simuliamo con alcuni disegni il funzionamento di una comune **leva** meccanica con il **fulcro** posto fuori centro (vedi fig.426).

Per il nostro esempio, il lato più **corto** sarà il terminale della **Base** ed il lato più **lungo** il terminale del **Collettore**.

Poiché il **Collettore** risulta più **lungo** della **Base** il suo **peso** lo farà appoggiare sul terreno.

Se ora proviamo a muovere la parte più **corta** verso il **basso**, la parte opposta si **alzerà** (vedi fig.427), ma se proviamo a muoverla verso l'**alto** la parte più **lunga** non potrà **scendere** perché appoggia già sul terreno (vedi fig.428).

Perché il lato **Collettore** possa muoversi liberamente sia verso l'**alto** sia verso il **basso** dobbiamo necessariamente collocare questa leva in posizione **orizzontale**.

Per portarla in posizione **orizzontale** basta applicare sul lato più **corto** (lato della **Base**) un **peso** in grado di sollevare il lato più **lungo** fino a **metà** altezza (vedi fig.429).

Ottenuto questo **equilibrio**, quando sulla **Base** giunge una tensione che la spinge verso il **basso** (vedi fig.430) l'opposta estremità si **alza**.

Quando sulla **Base** giunge una tensione che la spinge verso l'**alto** (vedi fig.431) l'opposta estremità **scende**.

Poiché un piccolo spostamento sul lato **corto** della **Base** corrisponde ad un ampio spostamento del lato opposto più **lungo**, che altro non è che il **Collettore**, otterremo un movimento notevolmente **amplificato**.

Quindi per **amplificare** un qualsiasi segnale la **prima** operazione da compiere è quella di applicare sul lato **corto** della leva un **peso** idoneo a sollevare il lato più **lungo** in posizione perfettamente **orizzontale**.

In un transistor questo **peso** si ottiene applicando sul terminale **Base** un valore di **tensione** in grado di far scendere la tensione presente sul terminale **Collettore** ad un valore pari alla **metà** di quella di alimentazione.

Per comprendere perché la tensione sul **Collettore** deve risultare pari alla **metà** di quella di alimentazione prendete un foglio di carta a quadretti e su questo tracciate una **prima** linea in **basso** che corrisponde al terminale **Emettitore** ed una **seconda** linea in **alto** che corrisponde alla **tensione** di **alimentazione**.

Se la tensione di alimentazione risulta di **12 volt** distanziate le due linee di **12 quadretti** in modo da assegnare ad ogni quadretto il valore di **1 volt** (vedi fig.432).

Ammesso che il transistor risulti correttamente **polarizzato** in modo da rilevare sul suo **Collettore** una tensione di **6 volt**, tracciate una **terza** linea sul **6° quadretto**.

Se il transistor **amplifica** il segnale di **10 volte**, applicando sulla **Base** un segnale **sinusoidale** di **1,2**

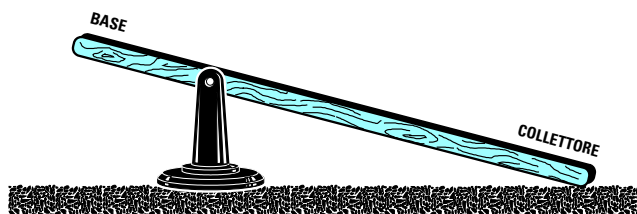



Fig.426 Per capire perchè sul Collettore deve risultare presente metà tensione di alimentazione possiamo paragonare il transistor ad una leva meccanica il cui lato corto è la Base ed il lato lungo il Collettore.

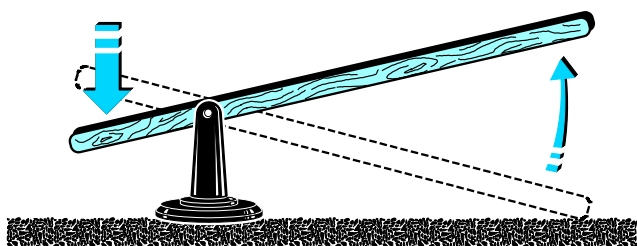



Fig.427 Se spingiamo verso il basso il lato della Base, la parte opposta del Collettore si alzerà. La differenza di spostamento tra la Base e il Collettore può essere paragonata all'amplificazione.

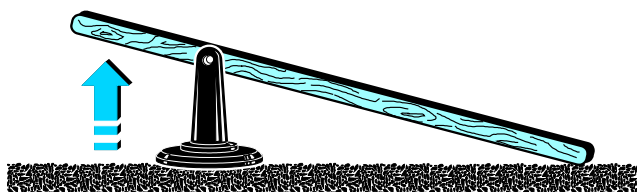



Fig.428 Se spingiamo verso l'alto il lato Base, la parte opposta non potrà scendere perchè poggia sul terreno. Per poterla muovere sia verso l'alto che verso il basso la leva dovrebbe trovarsi a "metà" altezza.

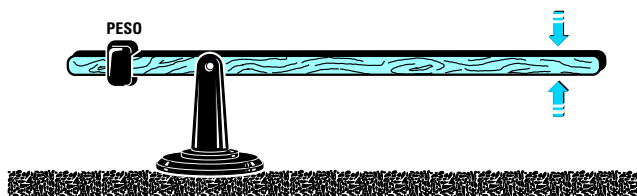



Fig.429 Per portare la leva in posizione orizzontale occorre applicare sulla Base un peso in grado di sollevare il Collettore a metà corsa. In un transistor questo peso si ottiene variando i valore di R1-R2.

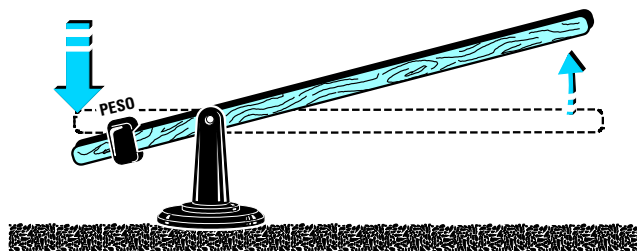



Fig.430 Una volta posto il Collettore in posizione orizzontale, se spingeremo verso il basso il lato Base, la parte opposta corrispondente al Collettore si alzerà fino a raggiungere l'altezza massima.

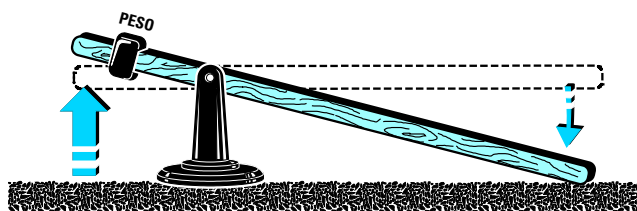



Fig.431 Se spingeremo verso l'alto il lato della Base, la parte opposta del Collettore si abbasserà fino a toccare il terreno e oltre a questa posizione non potrà più scendere.

volt picco/picco, vale a dire composto da una **semionda positiva** che raggiunge un massimo di **0,6 volt** ed una **semionda negativa** che raggiunge un minimo di **0,6 volt**, sul terminale **Collettore** ritroveremo la stessa sinusoide **amplificata** di **10 volte** (vedi fig.432), ma **invertita** di polarità.

Infatti ritroviamo la **semionda positiva** di **0,6 volt** applicata sulla **Base** che farà **scendere** la tensione sul **Collettore** di:

0,6 x 10 = 6 volt

mentre ritroviamo la **semionda negativa** di **0,6 volt** applicata sulla **Base** che farà **salire** la tensione sul **Collettore** di:

0,6 x 10 = 6 volt

Questa **inversione** di polarità rispetto al segnale applicato sulla **Base** si ottiene perché, come già vi abbiamo dimostrato con l'esempio della **leva** meccanica (vedi figg.430-431), se spingiamo verso il **basso** il lato della **Base** si **alza** il lato del **Collettore**, e se spingiamo verso l'**alto** il lato della **Base** si **abbassa** il lato del **Collettore**.

Poiché la tensione sul **Collettore** diventa **6 volt** più **negativa** e **6 volt** più **positiva** rispetto ai **6 volt** presenti su questo terminale, la semionda che **scende** assumerà un valore di:

6 – 6 = 0 volt

e la semionda che **sale** un valore di:

6 + 6 = 12 volt

Come potete vedere in fig.432 la nostra sinusoide amplificata rimane all'**interno** del tracciato.

Se sulla **Base** applichiamo un segnale **sinusoidale** che raggiunge un massimo di **0,8 volt positivi** e di **0,8 volt negativi** (vedi fig.433), amplificando questo segnale di **10 volte** si dovrebbe in teoria prelevare sul **Collettore** un segnale di:

0,8 volt x 10 = 8 volt negativi
0,8 volt x 10 = 8 volt positivi

In realtà poiché la tensione presente sul **Collettore** è di **6 volt**, l'onda amplificata verrà **tosata** su entrambe le estremità (vedi fig.433) perché le due semionde **negativa** e **positiva** supereranno le due linee del tracciato.

Quindi se alimentiamo un transistor con una tensione di **12 volt** ed amplifichiamo un segnale di **10 volte** non potremo applicare sulla **Base** un segnale maggiore di **1,2 volt picco/picco**.

Nota: un segnale di **1,2 volt picco/picco** è composto da una **semionda negativa** di **0,6 volt** e da una **semionda positiva** di **0,6 volt**.

Se alimentiamo il transistor con una tensione di **20 volt** ed amplifichiamo il segnale sempre di **10 volte** potremo applicare sulla **Base** un segnale di **2 volt picco/picco**.

Infatti, bisogna sempre tenere presente che il segnale amplificato può **salire** fino al **massimo** della tensione di alimentazione e **scendere** fino ad un **minimo** di **0 volt**.

Quindi con una tensione di alimentazione di **12 volt** noi potremo **amplificare** un segnale che abbia un'ampiezza di **1,2 volt picco/picco** fino a:

12 : 1,2 = 10 volte massimo

Con una tensione di alimentazione di **20 volt** noi potremo **amplificare** un segnale che abbia un'ampiezza di **1,2 volt picco/picco** fino a:

20 : 1,2 = 16,6 volte massimo

Dobbiamo far presente che il segnale verrà **tosato** anche quando la tensione presente tra **Collettore** ed **Emettitore** non risulta esattamente pari alla **metà** di quella di alimentazione.

Supponiamo che la tensione presente tra i due terminali **Collettore - Emettitore** risulti di **8 volt** anziché di **6 volt** (vedi fig.434).
Se sulla **Base** applichiamo un segnale **sinusoidale** di **1,2 volt picco/picco** e lo amplifichiamo di **10 volte**, in teoria dovremmo prelevare sul **Collettore** due **semionde** con questi valori:

0,6 x 10 = 6 volt positivi
0,6 x 10 = 6 volt negativi

Se **sommiamo** i **6 volt positivi** agli **8 volt** presenti sul **Collettore** otteniamo un valore di:

8 + 6 = 14 volt positivi

Poiché la semionda **positiva** supera i **12 volt positivi** di alimentazione la sinusoide **positiva** verrà **tosata** sul valore di **12 volt** (vedi fig.434).

Se **sottraiamo** i **6 volt negativi** agli **8 volt** presenti sul **Collettore** otteniamo una tensione di:

8 – 6 = 2 volt positivi

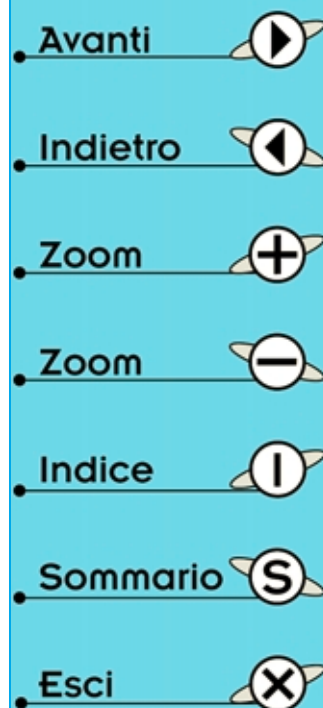
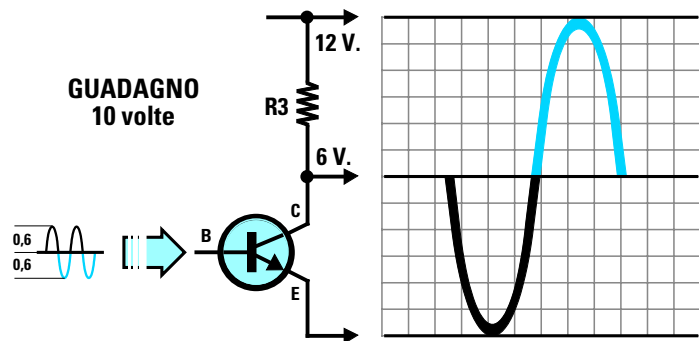



Fig.432 Se sul Collettore del transistor è presente "metà" tensione Vcc, potremo amplificare di 10 volte una sinusoide composta da una semionda positiva ed una negativa di 0,6 volt perchè il segnale amplificato rimarrà entro ai 12 quadretti.

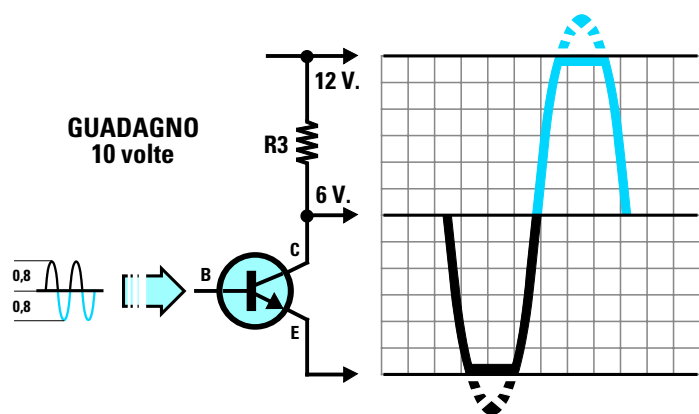



Fig.433 Se amplifichiamo di 10 volte una sinusoide composta da una semionda positiva ed una negativa di 0,8 volt, il segnale amplificato, superando alle due estremità i 12 quadretti, verrà "tosato" e il segnale amplificato risulterà distorto.

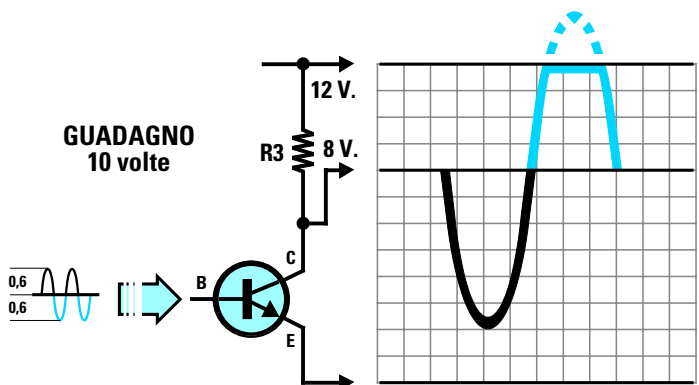



Fig.434 Se sul Collettore del transistor fosse presente una tensione di 8 volt anzichè di 6 volt, amplificando di 10 volte una sinusoide di 0,6+0,6 volt, verrebbe "tosata" la sola semionda superiore che supera i 12 volt di alimentazione.

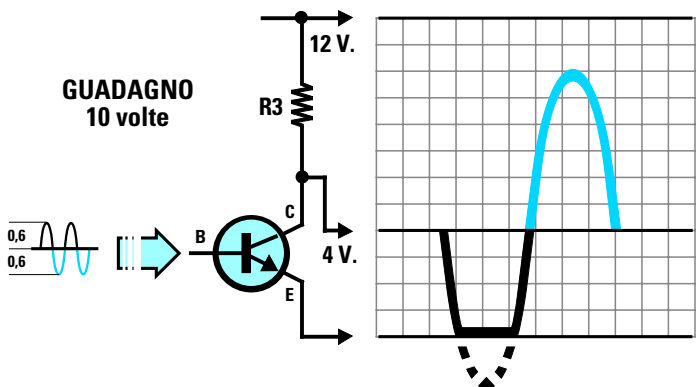



Fig.435 Se sul Collettore del transistor fosse presente una tensione di 4 volt anzichè di 6 volt, amplificando di 10 volte una sinusoide di 0,6+0,6 volt, verrebbe "tosata" la semionda inferiore che non potrà mai scendere sotto agli 0 volt.

Ammesso che sul **Collettore** risulti presente una tensione di **4 volt** anziché di **6 volt** (vedi fig.435), come già vi abbiamo spiegato con l'esempio della **leva** la semionda **negativa** non potrà scendere sotto agli **0 volt**, quindi la sua estremità verrà **tosata** di **2 volt** circa.

A causa delle **tolleranze** delle **resistenze**, **difficilmente** si riesce ad ottenere tra i due terminali **Collettore - Emettitore** una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione.

Per evitare che le due estremità della **sinusoide** vengano **tosate** generando una **distorsione** si può utilizzare una di queste soluzioni:

1° – Si applicano sulla **Base** dei segnali la cui ampiezza risulti **minore** rispetto al **massimo** accettabile.
Quindi anziché applicare sull'ingresso un segnale di **1,2 volt picco/picco** potremo applicare dei segnali di **0,8 volt picco/picco** (vedi fig.436).

Amplificando questo segnale di **10 volte** dal **Collettore** preleveremo due **semionde** che potranno raggiungere un'ampiezza **massima** di:

0,4 volt x 10 = 4 volt positivi
0,4 volt x 10 = 4 volt negativi

Quindi anche se la tensione sul Collettore risulta di **8 volt** oppure di **4 volt** la nostra **sinusoide** non verrà mai **tosata** (vedi figg.437-438).

2° – Se il segnale da applicare sulla **Base** non può **scendere** sotto il valore di **1,2 volt picco/picco** (vi ricordiamo che un segnale indicato **volt picco/picco** è sempre composto da una semionda **positiva** ed una **negativa** pari alla **metà** dei volt **massimi**) è sufficiente ridurre il **guadagno** del transistor portandolo da **10** volte a sole **6** volte.

Con un **guadagno** di **6** volte, sul **Collettore** del transistor si preleverà un segnale **amplificato** che potrà raggiungere un massimo di:

0,6 volt x 6 = 3,6 volt negativi
0,6 volt x 6 = 3,6 volt positivi

Quindi anche se la tensione sul **Collettore** risultasse di **8 volt** la nostra **sinusoide** non verrebbe mai **tosata**, perché la semionda **negativa** scenderebbe a:

8 – 3,6 = 4,4 volt

e la **positiva** salirebbe a:

8 + 3,6 = 11,6 volt

quindi rimarrebbe sempre all'interno del tracciato.

Lo stesso dicasi se la tensione sul **Collettore** risultasse di **4 volt** perché la semionda **negativa** scenderebbe a:

4 – 3,6 = 0,4 volt

e la **positiva** salirebbe a:

4 + 3,6 = 7,6 volt

Anche in questo caso rimarrebbe sempre all'interno del tracciato.

3° – Come terza soluzione si può **aumentare** il valore della tensione di alimentazione portandola da **12 volt** a **15 volt**.
Quindi anche se **amplifichiamo** di **10 volte** un segnale che raggiunge un'ampiezza massima di **1,2 volt picco/picco** non supereremo mai il valore della tensione di alimentazione, infatti:

1,2 x 10 = 12 volt

Con una tensione di alimentazione di **15 volt** non ci dovremmo più preoccupare se sul **Collettore** non fosse presente **metà** tensione di alimentazione, vale a dire **7,5 volt**, perché se fossero presenti **8 volt** o **6 volt** non correremmo mai il rischio di **tosare** le estremità delle due semionde.

La TENSIONE sul COLLETTORE

Per ottenere sul **Collettore** una tensione che si avvicini il più possibile alla **metà** di quella di alimentazione dobbiamo applicare sui tre terminali **Collettore - Base - Emettitore** delle resistenze di valore appropriato.
Prima di insegnarvi come calcolare queste resistenze dobbiamo ricordarvi che la **metà** della tensione di alimentazione di un **transistor** va sempre misurata tra i due terminali **Collettore - Emettitore** (vedi figg.424-425) e non tra il **Collettore** e la **massa** come spesso molti fanno.

Se misurassimo questa tensione tra il **Collettore** e la **massa** commetteremmo un grossolano **errore** perché non terremmo conto della **caduta** di **tensione** introdotta dalla resistenza **R4** presente tra l'**Emettitore** e la **massa**.

Quindi il valore di alimentazione di un transistor è

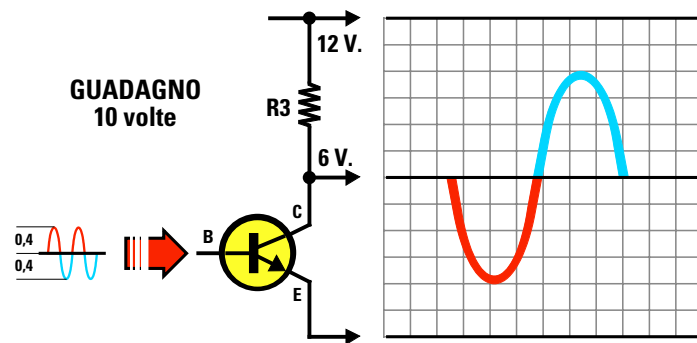



Fig.436 Per evitare che l'onda sinusoidale fuoriesca dal Collettore "tosata" su una delle due estremità, sarà sufficiente applicare sulla Base un segnale minore, ad esempio di 0,4+0,4 volt anzichè di 0,6+0,6 volt come abbiamo riportato in fig.432.

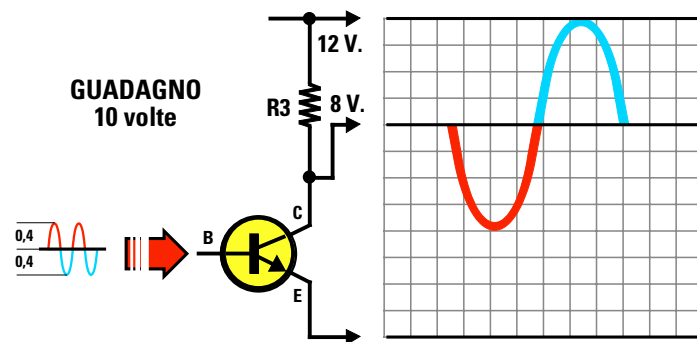



Fig.437 Se sul Collettore del transistor fosse presente una tensione di 8 volt anzichè di 6 volt, amplificando di 10 volte una sinusoide di 0,4+0,4 volt la semionda superiore non verrà tosata perchè non riuscirà a superare i 12 volt di alimentazione.

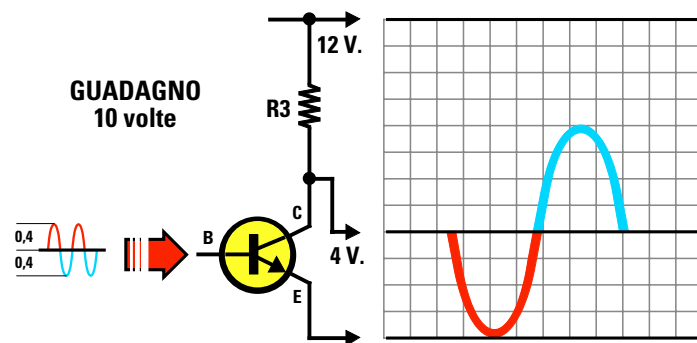



Fig.438 Se sul Collettore del transistor fosse presente una tensione di 4 volt anzichè di 6 volt, amplificando di 10 volte una sinusoide di 0,4+0,4 volt, la semionda inferiore non verrà tosata perchè non riuscirà mai a scendere sotto agli 0 volt.

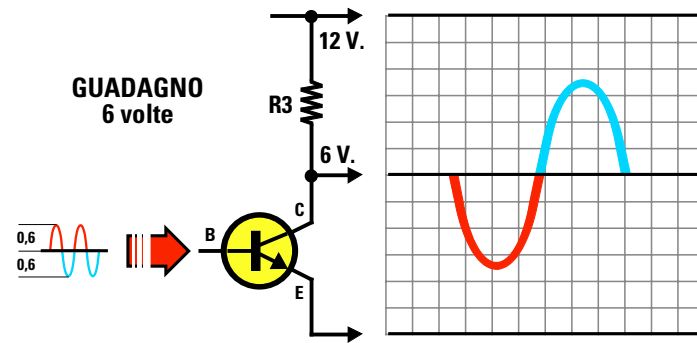



Fig.439 Se l'ampiezza del segnale che applicheremo sulla Base non riesce a scendere sotto agli 0,6+0,6 volt, per non correre il rischio di tosare le estremità delle due semionde dovremo ridurre il Guadagno portandolo da 10 volte a 6 volte.

quello che risulta presente tra **Collettore** ed **Emettitore** e di conseguenza è su questo valore che dovremo calcolare **metà** tensione.

Supponiamo di alimentare un transistor con una tensione di **12 volt** e che la resistenza di **Emettitore** siglata **R4** provochi una caduta di tensione di **1,4 volt**.
In queste condizioni il transistor **non** risulterà alimentato, come erroneamente si potrebbe supporre, da una tensione di **12 volt** ma da una di soli:

12 – 1,4 = 10,6 volt

Perciò sul **Collettore** non dovrà risultare presente un valore di tensione di:

12 : 2 = 6 volt

ma un valore pari alla **metà** di quello presente tra **Emettitore** e **Collettore**, cioè:

10,6 : 2 = 5,3 volt

Ad ogni modo non soffermatevi con troppa pignoleria su questo valore di **metà tensione**, perché **non** riuscireste mai ad ottenerlo, quindi se in un montaggio qualsiasi rileverete una differenza di qualche **volt** in più o in meno **non** preoccupatevi.
In fase di progettazione si tiene sempre conto di queste differenze di tensione che possono verificarsi per colpa delle **tolleranze** delle **resistenze** ed anche dello stesso **transistor**.

Sarebbe anche **inutile** correggerla perché se un domani doveste sostituire il **transistor** con un altro della stessa Casa Costruttrice e con la **stessa** sigla, vi ritrovereste sempre con un diverso valore di tensione.

Le CARATTERISTICHE di un TRANSISTOR

Anche se le **caratteristiche** di un transistor sono reperibili su quasi tutti i **manuali**, ad un principiante questi dati **non** servono a molto.

Tanto per portare un esempio prendiamo un **ipotetico** transistor ed andiamo a leggere le sue caratteristiche:

VCB = 45 volt max
VCE = 30 volt max
VEB = 6 volt max
IC = 100 mA max
Ptot = 300 milliwatt
Hfe = 100 - 200
Ft = 50 MHz

VCB – indica che questo transistor può accettare tra il **Collettore** e la **Base** una tensione massima di **45 volt**.

VCE – indica che la **massima** tensione che possiamo leggere tra i due terminali **Collettore** ed **Emettitore** non dovrà mai raggiungere i **30 volt**.
Questo dato ci è utile per sapere qual è il valore **massimo** di tensione a cui possiamo alimentare questo transistor.

Un transistor che ha una **VCE** di **30 volt** può essere utilizzato in tutti quei circuiti che vengono alimentati con tensioni di **28 - 24 - 18 - 20 - 12 - 9 - 4,5 volt**, ma non in circuiti che vengono alimentati con tensioni di **30 volt** o maggiori.

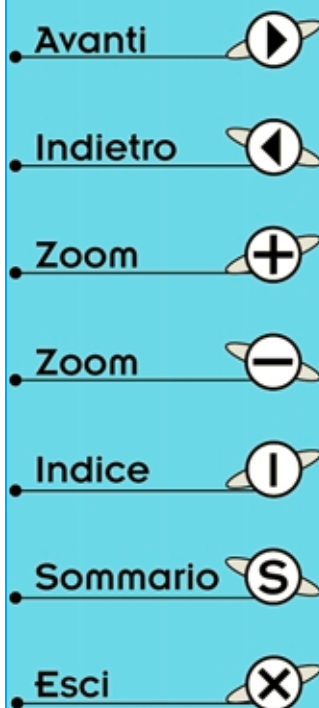
VEB – indica il valore della **massima** tensione **inversa** che è possibile applicare tra il terminale **Base** e l'**Emettitore**.
Ammesso che l'**Emettitore** risulti collegato a **massa**, l'ampiezza **totale** del segnale **alternato** che possiamo applicare sulla **Base** non potrà mai superare il **doppio** della tensione **VEB**.
Nel nostro esempio, con una **VEB** di **6 volt** potremo applicare sulla **Base** una tensione alternata che non superi mai i:

6 + 6 = 12 volt picco/picco

Nota: la **VEB**, che è una tensione **inversa**, non va confusa con la tensione **diretta** indicata con la sigla **VBE** che per ogni transistor risulta fissa su un valore compreso tra **0,6** e **0,7 volt**.

IC – indica la corrente **massima** che possiamo far scorrere sul **Collettore** per **brevissimi** istanti, quindi questa corrente non può essere mai considerata come **normale corrente** di lavoro.

Ptot – indica la **potenza** massima che il transistor può dissipare ad una temperatura di **25 gradi**.
All'atto pratico questa potenza si **riduce** notevolmente perché quando il transistor lavora, la **temperatura** del suo corpo **aumenta** considerevolmente, specie nei transistor di **potenza**.

Hfe – indica il rapporto che esiste tra la **corrente** di **Collettore** e quella di **Base**.
Dato che questo valore è quasi identico al **Beta** (amplificazione di un segnale nella configurazione ad **Emettitore comune**) viene anche chiamato **guadagno**.
Il valore **100-200** riportato nel nostro esempio sta ad indicare che, a causa delle **tolleranze**, questo transistor è in grado di amplificare un segnale non **meno** di **100 volte** e non **più** di **200 volte**.

Non c'è quindi da stupirsi se in possesso di **tre identici** transistor, uno amplifica **105 volte**, uno **160 volte** ed un altro **195 volte**.

Ft – significa **frequenza** di **taglio** ed indica il valore di frequenza **massima** che il transistor riesce ad amplificare.
Il transistor preso in esame riesce ad amplificare qualsiasi frequenza fino ad un massimo di **50 Megahertz** circa, ma non frequenze maggiori.

SIGNIFICATO delle SIGLE

Nelle formule che vi riportiamo per calcolare il valore delle quattro resistenze **R1 - R2 - R3 - R4** troverete delle **sigle** delle quali diamo di seguito il significato:

Vcc = valore della tensione di **alimentazione**.

Vce = valore della **tensione** presente tra i due terminali **Collettore - Emettitore**.
Questo valore nella maggioranza dei casi corrisponde a **Vcc : 2**.

Vbe = valore che per **tutti** i tipi di transistor si aggira sui **0,6 - 0,7 volt**. Nei calcoli si utilizza il valore **medio** cioè **0,65 volt**.

Vb = valore della **tensione** presente tra il terminale di **Base** e la **massa**. Questo valore corrisponde alla tensione presente ai capi della resistenza **R4**.

VR4 = valore dei **volt** presenti ai capi della resistenza **R4** collegata tra l'**Emettitore** e la **massa**.

R1 = valore della resistenza che occorre applicare tra la **Base** ed il **positivo** di alimentazione.

R2 = valore della resistenza che occorre applicare tra la **Base** e la **massa**.

R3 = valore della resistenza che occorre applicare tra il terminale **Collettore** e la tensione **positiva** di alimentazione.

R4 = valore della resistenza che occorre applicare tra l'**Emettitore** e la **massa**.

Ib = valore della **corrente** di **Base** in **mA**.

Ie = valore della **corrente** di **Emettitore** in **mA**.

Ic = valore della **corrente** di **Collettore** in **mA**.

Hfe = è il rapporto che esiste tra la **corrente** di **Collettore** e la **corrente** di **Base**.

Applicando sulla **Base** una determinata corrente, sul **Collettore** otterremo una corrente **maggiore** che risulterà pari alla corrente di **Base** moltiplicata per il valore dell'**Hfe**.
In pratica questo aumento corrisponde al **guadagno statico** di **corrente** del transistor.

Se non riuscite a reperire il valore **Hfe** in nessun **manuale**, lo potrete ricavare realizzando il semplice **provatransistor** che vi presentiamo in questa Lezione.

Gain = indica di quante **volte** viene **amplificato** il segnale applicato sulla **Base**.

CALCOLO delle resistenze in uno stadio PREAMPLIFICATORE BF

Per calcolare il valore delle **quattro** resistenze **R1 - R2 - R3 - R4** di uno stadio **preamplificatore** in configurazione **Common Emitter** (vedi fig.441) dobbiamo necessariamente conoscere questi tre parametri:

– il valore **Vcc** della tensione di **alimentazione**,
– il valore **Hfe** del transistor,
– il **Guadagno**, cioè sapere di quante volte desideriamo **amplificare** il segnale.

Ammesso di avere a disposizione questi dati:

tensione di alimentazione **= 12 volt**
valore medio della Hfe **= 110**
guadagno richiesto **= 10 volte**

se ricercherete in un qualsiasi testo che insegni a **calcolare** i valori delle resistenze necessarie a polarizzare correttamente questo o altri transistor, vi troverete subito in difficoltà perché avrete a disposizione solo delle **complesse** formule matematiche e pochi esempi pratici.

Il metodo che vi insegnamo, anche se **elementare**, vi permetterà di ricavare tutti i valori richiesti per le resistenze **R1 - R2 - R3 - R4**.

Non fate mai l'**errore** che tutti commettono di calcolare il valore delle resistenze in modo da far **guadagnare** il transistor per il suo **massimo**.

In pratica per avere la certezza che il segnale **amplificato** che preleveremo dal suo **Collettore** non venga mai **tosato** (vedi figg.432), conviene sempre lavorare con **guadagni** molto **bassi**, ad esempio **5 - 10 - 20 volte**, poi se l'amplificazione risulta **insufficiente** è sempre consigliabile utilizzare un secondo **stadio preamplificatore**.

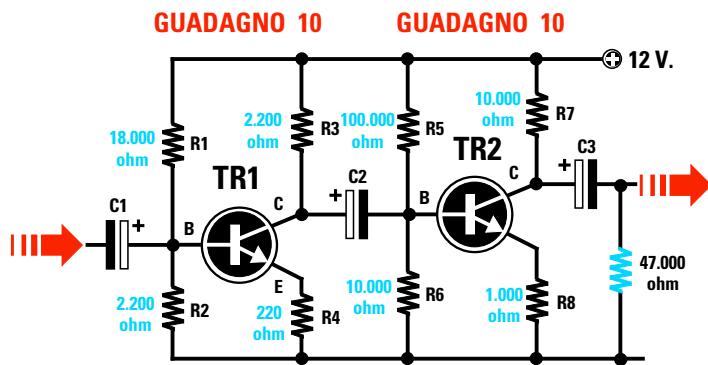



Fig.440 Per non tosare sulle due estremità un segnale è sempre consigliabile utilizzare due stadi calcolati per un basso guadagno. Per calcolare i valori delle resistenze si parte sempre dal transistor TR2, poi si passa a TR1.

Volendo ad esempio amplificare un segnale di **100 volte** conviene sempre utilizzare **due** stadi (vedi fig.440) e calcolare le loro resistenze di polarizzazione in modo da ottenere un **guadagno** per ogni stadio di circa **10 volte**.
In questo modo si ottiene un guadagno **totale** di:

10 x 10 = 100 volte

Si potrebbe anche calcolare il primo stadio **TR1** per un guadagno di **20 volte** ed il secondo stadio **TR2** per un guadagno di **5 volte**, ottenendo così un guadagno **totale** di:

20 x 5 = 100 volte

Quindi per ottenere delle **elevate** amplificazioni è sempre consigliabile usare **più stadi** amplificatori per evitare tutti i rischi in cui si incorrerebbe amplificando per il suo **massimo** un **solo transistor**.

Limitando il **guadagno** di un transistor si ottengono tutti questi vantaggi:

– Si evita la **distorsione**. Se amplifichiamo un segnale con un solo transistor in modo esagerato, i picchi delle **semionde positive** e **negative** verranno quasi sempre **tosati** quindi il nostro segnale **sinusoidale** si trasformerà in un'onda **quadra** generando una notevole **distorsione**.

– Si riduce il **fruscio**. Più un transistor amplifica più aumenta il **fruscio** prodotto dagli **elettroni** in movimento e ascoltare della **musica** con del **fruscio** non è gradevole.

– Si evitano **autooscillazioni**. Facendo amplificare un transistor per la sua **massima amplificazione** questo può facilmente **autooscillare** generando così delle frequenze ultrasoniche, cioè non **udibili**, che farebbero **surriscaldare** il transistor al punto da **distruggerlo**.

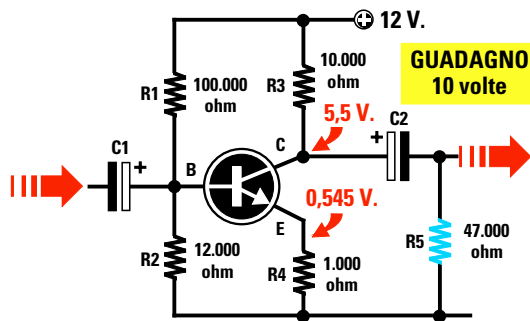



Fig.441 Stadio preamplificatore calcolato per un Guadagno di 10 volte alimentato con 12 volt. Sul Collettore vi sono 5,5 volt anzichè 6 volt perchè ai 12 volt Vcc vanno sottratti gli 0,545 volt presenti ai capi della resistenza R4 di Emettitore.

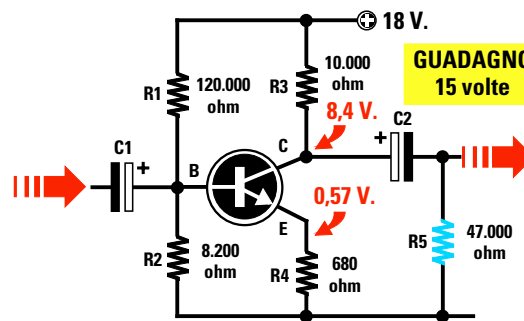



Fig.442 Stadio preamplificatore calcolato per un Guadagno di 15 volte e alimentato a 18 volt. Sul Collettore vi sono 8,4 volt anzichè 9 volt, perchè ai 18 volt Vcc vanno sottratti gli 0,57 volt presenti ai capi della resistenza R4 di Emettitore.

– Si evita che il **corpo** del transistor si **surriscaldi**. In pratica, più **aumenta** la **temperatura** del suo corpo, più **aumenta** automaticamente la **corrente** di **Collettore** e quando questa corrente **aumenta** proporzionalmente **aumenta** anche la **temperatura**. In queste condizioni s'innesca un fenomeno di **reazione incontrollata** chiamato **effetto valanga** che porta il transistor alla **distruzione**.

Per ridurre questo rischio sul corpo dei **soli** transistor **finali** di **potenza** si applica un'**aletta** di **raffreddamento** per dissipare il più **velocemente** possibile il **calore** del loro corpo.

– Non si riduce la **banda passante**. Infatti più risulta elevato il **guadagno** più si restringe la **banda passante**. Questo significa che in un preamplificatore **BF Hi-Fi** se facciamo amplificare il transistor non più di **20 - 30 volte** noi riusciamo ad amplificare tutta la gamma delle **frequenze acustiche** partendo da un **minimo** di **25 hertz** circa fino ad arrivare ad un **massimo** di **50.000 hertz**.

Al contrario se lo facciamo guadagnare **100 volte** o più, non riuscirà più ad amplificare per il suo massimo tutte le frequenze delle note **Acute** superiori a **10.000 hertz**.

Dopo questa premessa possiamo proseguire spiegandovi quali operazioni occorre effettuare per ricavare il valore delle resistenze **R1 - R2 - R3 - R4** per uno stadio preamplificatore **BF** che utilizza un solo transistor (vedi fig.441).

CALCOLARE il valore di R3

Per ricavare il valore da assegnare alla resistenza **R3**, da collegare sul **Collettore**, dobbiamo anzitutto conoscere il valore **ohmico** della resistenza di **carico** sulla quale verrà applicato il segnale amplificato.

Nell'esempio raffigurato in fig.441 il **carico** è costituito dal valore della resistenza **R5** collegata, dopo il condensatore elettrolitico **C2**, tra il **Collettore** e la **massa**.

In pratica il valore ohmico della resistenza **R3** deve sempre risultare **inferiore** al valore della resistenza **R5**. A tal proposito c'è chi consiglia di scegliere un valore **minore** di **6 - 7 - 8 volte**, ma all'atto pratico si può utilizzare un valore **minore** di **5 volte** ed anche meno.

Ammesso che il valore della resistenza **R5** sia di **47.000 ohm**, per ricavare il valore della resistenza **R3** dovremo eseguire questa semplice divisione:

ohm R3 = R5 : 5

47.000 : 5 = 9.400 ohm

Poiché questo valore non è **standard** utilizziamo il valore commerciale più prossimo, che nel nostro caso è **10.000 ohm**.

CALCOLARE il valore di R4

Scelto il valore della resistenza **R3** sui **10.000 ohm** possiamo eseguire la seconda operazione che ci permette di ricavare il valore ohmico della resistenza **R4** utilizzando la formula:

R4 = R3 : Guadagno

Poiché, come abbiamo già spiegato, non conviene mai scegliere dei **guadagni** superiori a **10 - 20 volte**, noi sceglieremo il **minimo** cioè **10 volte**.

Avendo scelto per **R3** un valore di **10.000 ohm**, la resistenza **R4** deve avere un valore ohmico di:

10.000 : 10 = 1.000 ohm

CALCOLARE la IC (corrente Collettore)

Come terza operazione dovremo calcolare il valore della **corrente** che scorre nel **Collettore** usando la formula:

Ic mA = [(Vcc : 2) : (R3 + R4)] x 1.000

Nota: il numero **1.000** che troviamo alla fine di questa formula non è il valore di **R4**, ma un moltiplicatore che ci consente di ottenere un valore di corrente espresso in **milliamper**.

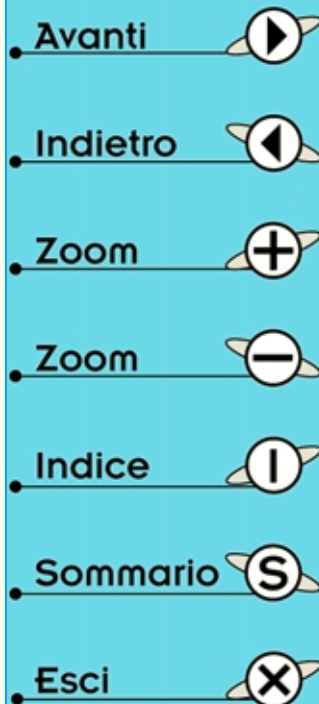
Inserendo i nostri dati nella formula otteniamo:

[(12 : 2) : (10.000 + 1.000)] x 1.000 = 0,545 mA

Quindi nel **Collettore** scorre una corrente **Ic** di **0,545 milliamper**.

CALCOLARE il valore di VR4

Proseguendo nei nostri calcoli dobbiamo ora calcolare il valore dei **volt** presenti ai capi della resistenza **R4**, collegata tra l'**Emettitore** e la **massa**, utilizzando la formula:

Volt su R4 = (Ic x R4) : 1.000

Eseguendo la nostra operazione otteniamo:

(0,545 x 1.000) : 1.000 = 0,545 volt

CALCOLARE il valore di R2

Il valore della resistenza **R2** è legato al valore della resistenza **R4** ed al valore **Hfe medio** del transistor che vogliamo polarizzare.

La formula da utilizzare per ricavare il valore della resistenza **R2** è la seguente:

R2 = (Hfe medio x R4) : 10

Inserendo nella formula i dati che già conosciamo otteniamo:

(110 x 1.000) : 10 = 11.000 ohm

Poiché questo valore non è **standard** dobbiamo ricercare il valore più prossimo che nel nostro caso potrebbe essere **10.000** o **12.000 ohm**.

Nel nostro esempio scegliamo per la **R2** il valore più alto cioè **12.000 ohm**.

CALCOLARE il valore di R1

Trovato il valore della resistenza **R2** possiamo ricavare il valore della resistenza **R1** usando questa formula:

R1 = [(Vcc x R2) : (Vbe + VR4)] – R2

I dati da inserire in questa formula li conosciamo già, infatti:

Vcc = 12 volt
R2 = 12.000 ohm
Vbe = 0,65 volt
VR4 = 0,545 volt

Nota: poiché la **Vbe** di un transistor potrebbe risultare di **0,7 volt** oppure di **0,6 volt** conviene sempre scegliere il valore **medio** pari a **0,65 volt**.

Inserendo i dati nella formula otteniamo:

[(12 x 12.000) : (0,65 + 0,545)] – 12.000

Come prima operazione eseguiamo la moltiplicazione:

12 x 12.000 = 144.000

poi sommiamo la **Vbe** con la **VR4**:

0,65 + 0,545 = 1,195

Proseguendo **dividiamo** il primo risultato per il secondo:

144.000 : 1,195 = 120.500

A questo numero sottraiamo il valore di **R2**:

120.000 – 12.000 = 108.000 ohm

Poiché questo valore non è **standard** possiamo utilizzare per **R1** il valore commerciale più prossimo che ovviamente è **100.000 ohm**.

Se ricordate quando abbiamo calcolato il valore di **R2** potevamo scegliere tra due valori **standard** cioè **10.000** oppure **12.000 ohm** e noi abbiamo scelto il secondo valore.

Possiamo ora controllare, sempre con la formula sopra riportata, quale valore avremmo dovuto scegliere per la resistenza **R1** se avessimo scelto per **R2** un valore di **10.000 ohm**.

R1 = [(12 x 10.000) : (0,65 + 0,545)] – 10.000

[(120.000) : (1,195)] – 10.000 = 90.418 ohm

poiché questo valore non è **standard** dobbiamo necessariamente scegliere il valore commerciale più prossimo, che potrebbe essere **82.000 ohm** oppure **100.000 ohm**.

CALCOLARE il Guadagno

Poiché in questi calcoli abbiamo arrotondato diversi valori di resistenze vogliamo conoscere di quante volte questo transistor **amplificherà** il segnale applicato sulla sua **Base**.

Per conoscere il **guadagno** possiamo usare questa semplice formula:

Guadagno = R3 : R4

Poiché abbiamo scelto per la resistenza **R3** di Collettore un valore di **10.000 ohm** e per la resistenza **R4** di Emettitore un valore di **1.000 ohm** il transistor **amplificherà** di:

10.000 : 1.000 = 10 volte

Se anziché usare per la resistenza **R4** un valore di **1.000 ohm** avessimo usato un valore di **820 ohm** il transistor avrebbe **amplificato** il segnale di:

10.000 : 820 = 12,19 volte

Se avessimo invece usato un valore di **1.200 ohm**

Avanti
Indietro
Zoom
Indice

il transistor avrebbe **amplificato** di:

10.000 : 1.200 = 8,33 volte

Con questo esempio vi abbiamo dimostrato che in uno **stadio amplificatore** è sufficiente **variare** il valore della resistenza **R4** per aumentare o ridurre il suo **guadagno**.

Nota: la formula **R3 : R4** è valida solo se **non risulta** inserito in parallelo alla **R4** nessun **condensatore** elettrolitico come visibile in fig.447.

MASSIMO segnale sulla Base

Conoscendo il **guadagno** ed il valore della tensione di alimentazione **Vcc** possiamo calcolare il **segnale massimo** da applicare sulla **Base** per poter prelevare dal **Collettore** un segnale **non distorto** utilizzando la formula:

Volt Base = (Vcc x 0,8) : guadagno

Con un guadagno di **10 volte** noi potremo applicare sulla **Base** un segnale la cui **ampiezza** non dovrà mai superare il valore di:

(12 x 0,8) : 10 = 0,96 volt picco/picco

Con un guadagno di **12,19 volte** potremo applicare sulla **Base** un segnale la cui **ampiezza** non dovrà mai superare il valore di:

(12 x 0,8) : 12,19 = 0,78 volt picco/picco

Nota: il fattore di moltiplicazione **0,8** si utilizza per evitare di **tosare** il segnale sulle due estremità nel caso la tensione presente sul **Collettore** risulti leggermente maggiore o minore rispetto al richiesto (vedi figg.434-435) per colpa della **tolleranza** delle resistenze.

CALCOLO per un GUADAGNO di 15 volte alimentando il transistor con 18 VOLT

Nell'esempio precedente abbiamo preso in considerazione una tensione di alimentazione **Vcc di 12 volt** ora vorremmo conoscere quali valori utilizzare per le resistenze **R1 - R2 - R3 - R4** se lo stesso transistor venisse alimentato con una tensione di **18 volt** (vedi fig.442) e volessimo **amplificare** un segnale di **15 volte**.

CALCOLARE il valore di R3

Ammesso che la resistenza **R5** di **carico** risulti sempre di **47.000 ohm** potremo scegliere per la resistenza **R3** uno di questi tre valori **8.200 - 10.000 - 12.000 ohm**.

CALCOLARE il valore di R4

Scelto per la resistenza **R3** un valore di **10.000 ohm**, possiamo eseguire la seconda operazione per ricavare il valore ohmico della resistenza **R4** utilizzando la formula che già conosciamo, cioè:

R4 = R3 : Guadagno

Per ottenere un **guadagno** di **15 volte** la resistenza **R4** deve avere un valore di:

10.000 : 15 = 666 ohm

Sapendo che questo valore non è **standard** utilizziamo quello più prossimo cioè **680 ohm.**

CALCOLARE Ic (corrente Collettore)

Come terza operazione calcoliamo il valore della **corrente** che scorre nel **Collettore** usando la formula:

Ic in **mA = [(Vcc : 2) : (R3 + R4)] x 1.000**

A questo punto possiamo eseguire la nostra operazione per ricavare il valore **Ic**:

[(18 : 2) : (10.000 + 680)] x 1.000 = 0,8426 mA

Quindi nel **Collettore** di questo transistor scorrerà una corrente di **0,8426 milliamper**.

CALCOLARE il valore della VR4

Ora possiamo calcolare il valore della **tensione** che ritroveremo ai capi della resistenza **R4** collegata tra l'**Emettitore** e la **massa**, cioè il valore **VR4**, utilizzando la formula:

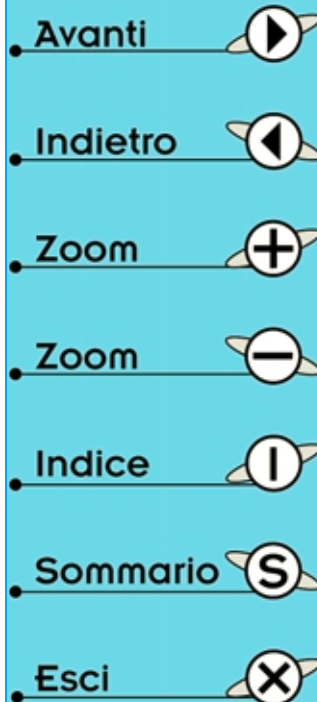
VR4 = (Ic x R4) : 1.000

Eseguendo la nostra operazione otteniamo:

(0,8426 x 680) : 1.000 = 0,5729 volt

CALCOLARE il valore di R2

Il valore della resistenza **R2** è legato al valore della resistenza **R4** ed al valore **Hfe medio** del transistor che vogliamo correttamente polarizzare.

R2 = (Hfe medio x R4) : 10

Utilizzando i dati che già conosciamo otteniamo:

(110 x 680) : 10 = 7.480 ohm

Poiché questo valore non è **standard** dobbiamo ricercare per **R2** il valore più prossimo che nel nostro caso potrebbe risultare di **6.800 ohm** oppure di **8.200 ohm**.

CALCOLARE il valore di R1

Ammesso di scegliere per **R2** un valore di **8.200 ohm** per ricavare il valore della resistenza **R1** usiamo la formula che già conosciamo, cioè:

R1 = [(Vcc x R2) : (Vbe + VR4)] – R2

I dati che dobbiamo inserire in questa formula sono tutti conosciuti, infatti:

Vcc = 18 volt
R2 = 8.200 ohm
Vbe = 0,65 volt
VR4 = 0,5729 volt

quindi avremo:

[18 x 8.200) : (0,65 + 0,5729)] – 8.200

Come prima operazione eseguiamo la moltiplicazione:

18 x 8.200 = 147.600

Poi sommiamo la **Vbe** con la **VR4**:

0,65 + 0,5729 = 1,2229

Proseguendo **dividiamo** il primo risultato per il secondo:

147.600 : 1,2229 = 120.696

A questo numero sottraiamo il valore di **R2**:

120.696 – 8.200 = 112.496 ohm

Poiché questo valore non è **standard** utilizziamo per **R1** il valore commerciale più prossimo che ovviamente è **120.000 ohm**.

CALCOLARE il Guadagno

Poiché abbiamo arrotondato i valori di diverse resistenze vogliamo conoscere se questo stadio **amplificherà** di **15 volte** il segnale applicato sulla **Base** utilizzando la formula:

Guadagno = R3 : R4

Poiché il valore della resistenza **R3** applicata sul terminale Collettore è di **10.000 ohm** ed il valore della resistenza **R4** applicata sul terminale Emettitore è di **680 ohm**, questo stadio **amplificherà** un segnale di:

10.000 : 680 = 14,7 volte

cioè un valore molto prossimo a **15 volte.**

Questo guadagno di **14,7 volte** è comunque **teorico** in quanto non tiene conto della **tolleranza** delle resistenze.
Ammesso che la resistenza **R3** abbia un valore **reale** di **10.450 ohm** e la **R4** un valore **reale** di **675 ohm** noi otterremmo un guadagno di:

10.450 : 675 = 15,48 volte

Se la resistenza **R3** avesse un valore **reale** di **9.600 ohm** e la **R4** un valore **reale** di **689 ohm** otterremmo un guadagno di:

9.600 : 689 = 13,93 volte

A causa delle **tolleranze** delle resistenze dobbiamo sempre considerare che il **guadagno calcolato** può variare di un **5%** in **più** o in **meno**.

MASSIMO segnale sulla Base

Conoscendo il **guadagno** ed il valore della tensione di alimentazione **Vcc** possiamo conoscere quale **segnale massimo** applicare sulla **Base** in modo da prelevare dal **Collettore** un segnale privo di **distorsione** utilizzando la formula:

Volt Base = (Vcc x 0,8) : guadagno

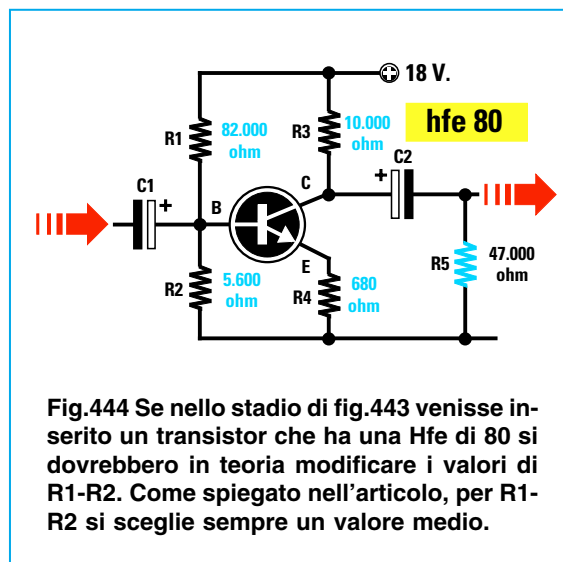
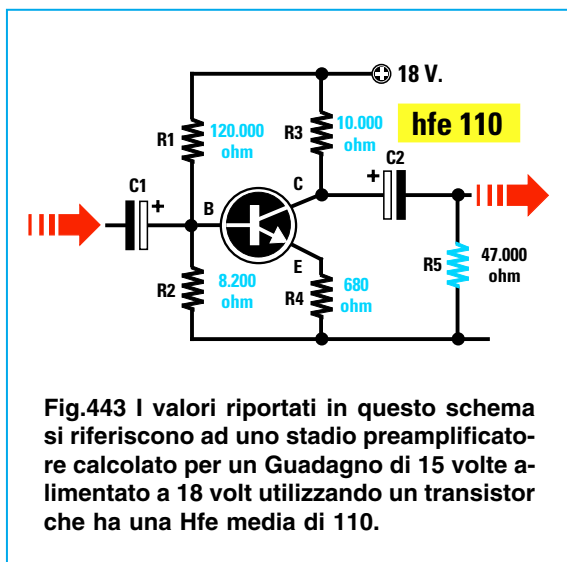
Con un guadagno di **15 volte** ed una tensione di alimentazione di **18 volt** possiamo applicare sulla **Base** dei segnali la cui **ampiezza** non deve mai superare un valore di:

(18 x 0,8) : 15 = 0,96 volt picco/picco

Se il TRANSISTOR avesse una diversa Hfe?

Nell'esempio di fig.442 abbiamo calcolato i valori delle resistenze **R1 - R2 - R3 - R4** prendendo come esempio una **Hfe media** di **110**, ma ammesso che si sostituisca questo transistor con uno che ab-

Fig.443 I valori riportati in questo schema si riferiscono ad uno stadio preamplificatore calcolato per un Guadagno di 15 volte alimentato a 18 volt utilizzando un transistor che ha una Hfe media di 110.

Fig.444 Se nello stadio di fig.443 venisse inserito un transistor che ha una Hfe di 80 si dovrebbero in teoria modificare i valori di R1-R2. Come spiegato nell'articolo, per R1-R2 si sceglie sempre un valore medio.

bia la **stessa sigla**, ma che presenti una **Hfe** di **80** quello che potrebbe cambiare nel circuito sarebbero i **soli** valori delle resistenze **R1 - R2**.
Infatti la **Hfe** viene utilizzata solo nelle formule che servono per calcolare la **R2** e la **R1**.

R2 = (Hfe medio x R4) : 10

R1 = [(Vcc x R2) : (Vbe + VR4)] – R2

Se inseriamo in queste formule i valori che già conosciamo otterremo questi dati:

(80 x 680) : 10 = 5.440 ohm per la **R2**

poiché questo valore non è **standard** usiamo il valore più prossimo cioè **5.600 ohm**.

R1 = [(18 x 5.600) : (0,65 + 0,5729)] – 5.600

Eseguendo prima tutte le operazioni racchiuse nelle parentesi otteniamo:

(100.800) : (1,2229) – 5.600 = 76.827 ohm

Quindi per la resistenza **R1** si dovrebbe usare un valore di **76.827 ohm**, ma poiché non è **standard** dovremo scegliere il valore commerciale più prossimo cioè **82.000 ohm**.

Ora se facciamo un confronto tra un transistor che abbia una **Hfe** di **110** ed uno che abbia una **Hfe** di **80** (vedi figg.443-444) noteremo queste differenze:

	Hfe di 110	Hfe di 80	Valore medio
R1	120.000 ohm	82.000 ohm	100.000 ohm
R2	8.200 ohm	5.600 ohm	6.800 ohm

Come potete notare se il transistor ha una **Hfe minore** occorre solo abbassare il valore delle due resistenze **R1 - R2**.

Poiché sarebbe praticamente impossibile variare in un circuito i valori delle resistenze **R1 - R2** ogni volta che si cambia un transistor, in quanto non si sa se quello che si va a sostituire ha una **Hfe** di **60 - 80 - 100 - 110 - 120** e nemmeno si possono controllare una infinità di transistor per riuscire a trovarne uno con la **Hfe** richiesta, per risolvere questo problema si fa una media tra il valore che risulterebbe necessario per una **bassa Hfe** e per una **elevata Hfe**.

Nel nostro esempio per la resistenza **R1** si potrebbe scegliere un valore medio di:

(120.000 + 82.000) : 2 = 101.000 ohm

e poiché questo valore non è **standard** si userà un valore di **100.000 ohm**.

Per la resistenza **R2** si potrebbe scegliere un valore medio pari a:

(8.200 + 5.600) : 2 = 6.900 ohm

e poiché anche questo valore non è **standard** si userà un valore di **6.800 ohm**.

Con questo esempio avrete già compreso perché in molti schemi **identici** che utilizzano lo **stesso** transistor possiamo trovare dei valori notevolmente diversi di resistenze.

L'abilità di un tecnico progettista non è quella di prendere un **solo** transistor e polarizzarlo nel mi-

gliore dei modi, ma calcolare i valori delle resistenze in modo che senza apportare al circuito nessuna modifica si possa inserire un transistor con una **diversa Hfe**.

CALCOLO per amplificare segnali d'ampiezza molto elevata (fig.445)

Negli esempi precedenti abbiamo preso in considerazione dei guadagni di **10 - 15 volte** per **preamplificare** dei segnali molto **deboli**, ma ammesso che il segnale da applicare sulla **Base** abbia un'ampiezza di **2 volt picco/picco** dovremo amplificare molto **meno** per evitare di **tosare** le due semionde.

Se usiamo una tensione di alimentazione di **12 volt** possiamo calcolare il **massimo guadagno** che si può raggiungere utilizzando la formula:

max Guadagno = (Vcc x 0,8) : volt segnale

quindi non potremo **amplificare** più di:

(12 x 0,8) : 2 = 4,8 max Guadagno

Partendo con questi dati:

tensione di alimentazione	**12 volt**
valore medio della Hfe	**110**
guadagno da ottenere	**4,8**

noi dovremo rifare tutti i nostri calcoli per conoscere quali valori utilizzare per **R1 - R2 - R3 - R4**.

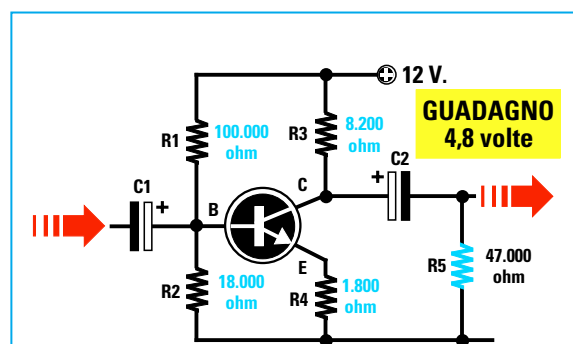



Fig.445 Se dovete amplificare dei segnali che hanno delle ampiezze molto elevate, per evitare di tosare le due estremita' delle semionde come visibile in fig.433, dovrete ricalcolare tutti i valori delle resistenze R1-R2-R3-R4 in modo da ridurre il guadagno. Con il valore riportato in questo schema e con una VCC di 12 volt si ottiene un guadagno di circa 4,8 volte.

CALCOLARE il valore di R3

Ammesso di scegliere per **R3** un valore di **8.200 ohm** proseguiamo con i successivi calcoli.

CALCOLARE il valore di R4

Conoscendo il valore ohmico di **R3** possiamo eseguire la seconda operazione per ricavare il valore ohmico della resistenza **R4** utilizzando la formula:

R4 = R3 : Guadagno

Poiché ci occorre un **guadagno** di **4,8 volte** la resistenza **R4** dovrà avere un valore di:

8.200 : 4,8 = 1.708 ohm

Non essendo questo un valore **standard** utilizziamo quello più prossimo cioè **1.800 ohm.**

CALCOLARE la Ic (corrente Collettore)

Come terza operazione dobbiamo calcolare il valore della **corrente** che scorre nel **Collettore** usando la formula:

Ic in **mA = [(Vcc : 2) : (R3 + R4)] x 1.000**

A questo punto possiamo eseguire la nostra operazione per ricavare il valore **Ic**:

[(12 : 2) : (8.200 + 1.800)] x 1.000 = 0,6 mA

Quindi nel **Collettore** di questo transistor scorrerà una corrente di **0,6 milliamper**.

CALCOLARE il valore della VR4

Possiamo ora calcolare i volt presenti ai capi della resistenza **R4** collegata tra l'**Emettitore** e la **massa**, cioè il valore **VR4**, utilizzando la formula:

VR4 = (Ic x R4) : 1.000

eseguendo la nostra operazione otteniamo:

(0,6 x 1.800) : 1.000 = 1,08 volt

CALCOLARE il valore di R2

Per calcolare il valore della resistenza **R2** usiamo la solita formula:

R2 = (Hfe medio x R4) : 10

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Inserendo i dati che già conosciamo nella formula otteniamo:

(110 x 1.800) : 10 = 19.800 ohm per la **R2**

Poiché questo valore non è **standard** dobbiamo ricercare il valore commerciale più prossimo che potrebbe essere **18.000 ohm.**

CALCOLARE il valore di R1

Ammesso di scegliere per **R2** il valore di **18.000 ohm** per ricavare il valore della resistenza **R1** usiamo la formula che già conosciamo:

R1 = [(Vcc x R2) : (Vbe + VR4)] – R2

I dati da inserire in questa formula li conosciamo già, infatti:

Vcc = 12 volt
R2 = 18.000 ohm
Vbe = 0,65 volt
VR4 = 1,08 volt

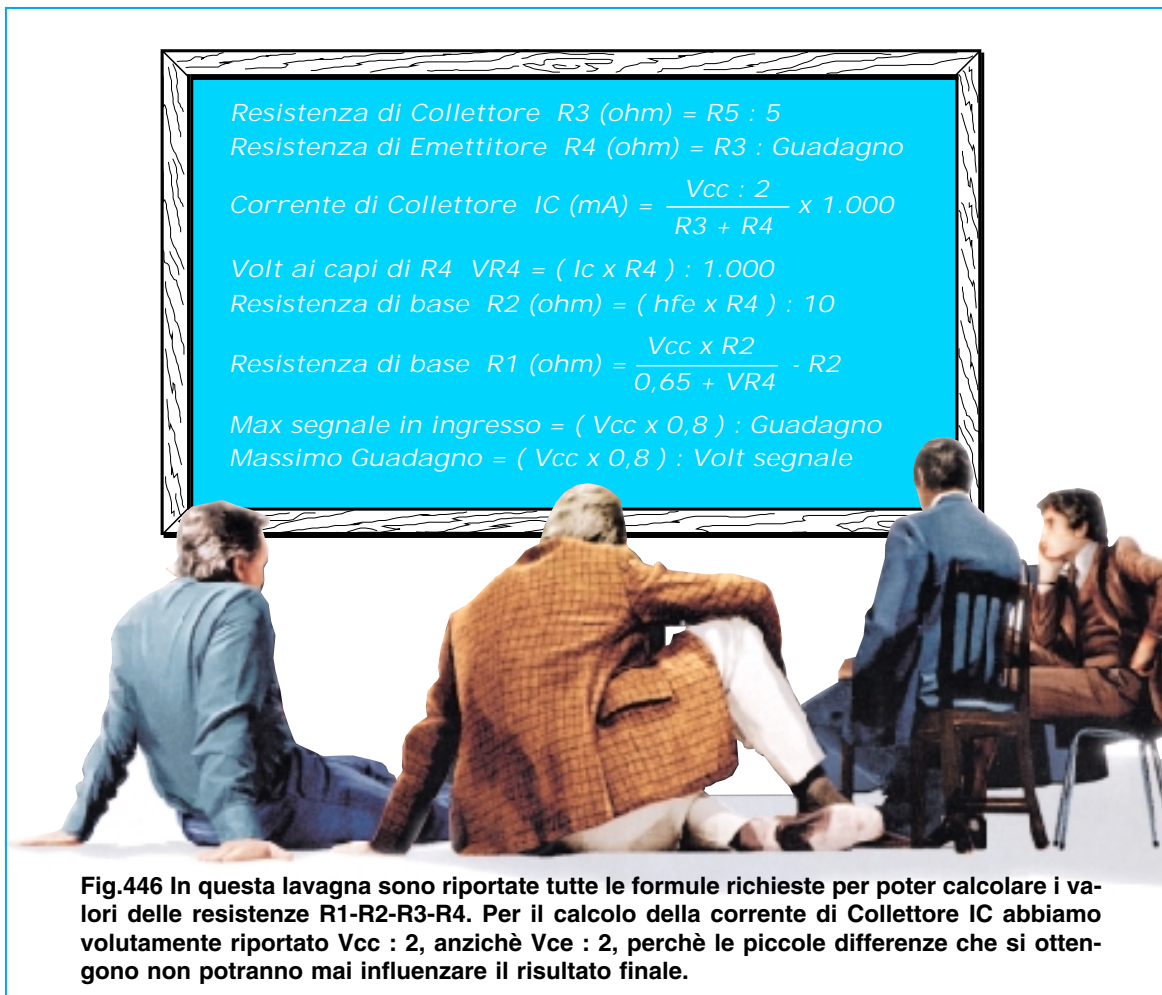
Quindi avremo:

[(12 x 18.000) : (0,65 + 1,08)] – 18.000

Come prima operazione eseguiamo la moltiplicazione:

12 x 18.000 = 216.000

poi sommiamo la **Vbe** con la **VR4**:

0,65 + 1,08 = 1,73

proseguendo **dividiamo**:

216.000 : 1,73 = 124.855

a questo numero sottraiamo il valore di **R2**:

124.855 – 18.000 = 106.855 ohm

Poiché questo valore non è **standard** utilizziamo il valore commerciale più prossimo che ovviamente è **100.000 ohm**.

Fig.446 In questa lavagna sono riportate tutte le formule richieste per poter calcolare i valori delle resistenze R1-R2-R3-R4. Per il calcolo della corrente di Collettore IC abbiamo volutamente riportato Vcc : 2, anzichè Vce : 2, perchè le piccole differenze che si ottengono non potranno mai influenzare il risultato finale.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

CALCOLARE il Guadagno

Poiché sul Collettore abbiamo una **R3** da **8.200 ohm** e sull'Emettitore una **R4** da **1.800 ohm** questo stadio **amplificherà** un segnale di:

8.200 : 1.800 = 4,55 volte

cioè un valore molto prossimo a **4,8 volte**.

Questo guadagno di **4,55 volte** è comunque **teorico** in quanto non tiene conto della **tolleranza** delle resistenze, quindi sapendo che questo valore può variare di un **5%** in **più** o in **meno** non è da escludere che questo stadio amplifichi un segnale di **4,32 volte** oppure di **4,78 volte**.

IL CONDENSATORE sull'EMETTITORE

In molti schemi di stadi preamplificatori è normalmente inserito in **parallelo** alla resistenza **R4** di **Emettitore** un **condensatore elettrolitico** (vedi fig.447) e logicamente vi chiederete a cosa serve.

Questo condensatore applicato in **parallelo** alla **R4** serve per aumentare il **guadagno** di circa **10 volte** rispetto a quello **calcolato**.
Quindi se abbiamo un transistor che in condizioni normali amplifica un segnale di **4,55 volte**, collegando sull'**Emettitore** questo condensatore il segnale verrà **amplificato** di circa:

4,55 x 10 = 45,5 volte

Questo **condensatore** si usa solo quando occorre amplificare **notevolmente** un segnale utilizzando un **solo** transistor.

Applicando in **serie** a questo **elettrolitico** una **resistenza** (vedi fig.448) noi possiamo **ridurre** il massimo **guadagno** di **10 volte** su valori **inferiori**, ad esempio su valori di **7 - 6 - 5 - 4 - 2 volte**.

Più **alto** è il valore ohmico della resistenza posta in **serie** a questo condensatore, più ridurremo il suo **massimo guadagno**.

Ammesso che serva un esatto **guadagno** di **35 volte** la soluzione più semplice per conoscere il valore ohmico da utilizzare è quello di collegare in **serie** all'**elettrolitico** un **trimmer**.

Inserendo un segnale nella **Base** si ruoterà il cursore di questo **trimmer** fino a quando non otterremo l'esatto **guadagno** richiesto.

A questo punto si misurerà il valore **ohmico** del **trimmer** poi lo si sostituirà con una resistenza di identico valore.

Negli stadi preamplificatori in cui il condensatore risulta inserito in **parallelo** alla resistenza **R4**, tutte le resistenze di polarizzazione, cioè **R1 - R2 - R3 - R4**, vengono calcolate per un guadagno massimo di **2 - 3 volte** onde evitare che il segnale amplificato fuoriesca distorto.

Fig.447 Applicando in parallelo alla resistenza R4 di Emettitore un condensatore elettrolitico da 1 a 22 microfarad riusciremo ad aumentare il Guadagno dello stadio preamplificatore di circa 10 volte rispetto a quanto da noi calcolato.

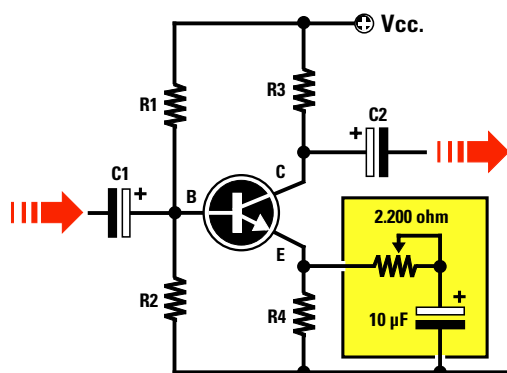



Fig.448 Per evitare che con un eccesso di guadagno il segnale fuoriesca dal suo Collettore tosato (vedi fig.433) è sufficiente collegare in serie al condensatore elettrolitico un trimmer o un resistenza calcolata in modo da ridurre il suo guadagno.

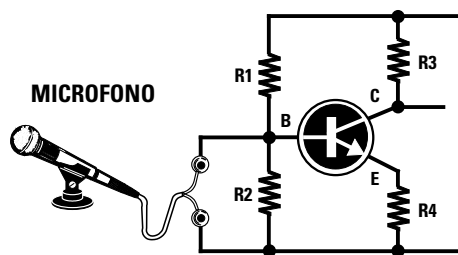



Fig.449 Non inserendo nella Base del transistor nessun condensatore elettrolitico, la tensione presente su questo terminale verrebbe cortocircuitata a massa dalla bassa resistenza del microfono impedendo così al transistor di funzionare.

Fig.450 Non inserendo nel Collettore del transistor nessun condensatore elettrolitico la tensione presente su questo terminale verrebbe cortocircuitata a massa dalla resistenza della cuffia togliendo così la tensione di alimentazione al Collettore.

IL CONDENSATORE d'ingresso e d'uscita

In tutti gli stadi amplificatori c'è sempre sull'ingresso di **Base** e sull'uscita di **Collettore** un condensatore elettrolitico.

Questi due condensatori vengono posti per lasciar passare il solo **segnale alternato** verso la **Base** o per prelevarlo dal suo **Collettore** così da applicarlo allo stadio successivo senza modificare il valore della **tensione continua** presente su questo terminale perché, come saprete, i condensatori non lasciano passare la **tensione continua**.

Senza questo **condensatore** se applicassimo sulla **Base** un **microfono** che abbia una resistenza di **600 ohm** (vedi fig.449) questo valore posto in parallelo alla resistenza **R2** andrebbe a modificare il valore della tensione presente sulla **Base**.

Se applicassimo direttamente tra il **Collettore** e la **massa** una **cuffia** con una resistenza di **32 ohm** (vedi fig.450) tutta la tensione **positiva** presente sul Collettore verrebbe **cortocircuitata** verso **massa** dalla **bassa** resistenza della cuffia.

MASSIMO segnale sulla Base

Conoscendo il **guadagno** e il valore della tensione di alimentazione Vcc, potremo conoscere il **segnale massimo** applicabile sulla **Base** in modo da prelevare dal suo **Collettore** un segnale privo di **distorsione**, utilizzando la formula:

Volt Base = (Vcc x 0,8) : guadagno

Con un guadagno di **4,8 volte** e una tensione di alimentazione di **12 volt** (vedi fig.445) potremo applicare sulla Base dei segnali la cui **ampiezza** non dovrà mai superare un valore di:

(12 x 0,8) : 4,8 = 2 volt picco/picco

Se il segnale da applicare sulla **Base** avesse un'ampiezza maggiore di **2 volt**, potremo risolvere il problema aumentando il valore della resistenza **R4**, portandola dagli attuali **1.800 ohm** ad un valore superiore, cioè sui **2.200 ohm**.
In questo modo, il **guadagno** del transistor scenderà sul valore di:

8.200 : 2.200 = 3,72 volte

quindi sulla Base potremo applicare un segnale che potrà raggiungere un valore anche di:

(12 x 0,8) : 3,72 = 2,58 volt picco/picco

LE 3 CLASSICHE CONFIGURAZIONI

Tutti penseranno che il segnale da **amplificare** si debba necessariamente applicare sul terminale di **Base** e prelevare dal terminale **Collettore**.
Come ora vedrete, il segnale amplificato si può anche applicare sull'**Emettitore** e prelevare dal suo **Collettore**, oppure applicare sulla **Base** e prelevare dal suo **Emettitore**.
Questi tre diversi modi di utilizzare un transistor come stadio amplificatore vengono chiamati:

Common Emitter o **Emettitore comune**
In questa configurazione il segnale da amplificare si applica sulla **Base** ed il segnale **amplificato** si

preleva dal **Collettore** (vedi fig.451).
Nel **Common Emitter** una piccola variazione di **corrente** sulla **Base** determina un'ampia variazione della **corrente** di **Collettore**.
Il segnale amplificato che si preleva dal **Collettore** risulta **sfasato** di **180 gradi** rispetto a quello applicato sulla **Base** vale a dire che la **semionda positiva** si trasforma in **negativa** e la **semionda negativa** in **positiva**.

Common Collector o **Collettore comune**
In questa configurazione (vedi fig.452) il segnale da amplificare si applica sulla **Base** ma si preleva dall' **Emettitore** anzichè dal Collettore.
Poiché questa configurazione **non amplifica** viene normalmente utilizzata come stadio **separatore** per convertire un segnale ad **alta impedenza** in un segnale a **bassa impedenza**.

Il segnale che si preleva dal suo **Emettitore** non risulta sfasato, vale a dire che la **semionda positiva** applicata sulla **Base** rimane **positiva** sull'uscita dell'**Emettitore** e la **semionda negativa** applicata sulla **Base** rimane **negativa** sull'**Emettitore**.

Common Base o **Base Comune** (vedi fig.453)
In questa configurazione il segnale da amplificare si applica sul terminale **Emettitore** ed il segnale **amplificato** si preleva dal **Collettore**.
Nel **Common Base** una piccola variazione di **corrente** sull'**Emettitore** determina una **media** variazione di **corrente** sul **Collettore**.
Il segnale che si preleva dal **Collettore** non risulta sfasato, vale a dire che la **semionda positiva** e la **semionda negativa** che entrano nell'**Emettitore** si prelevano nuovamente **positiva** e **negativa** sul terminale **Collettore**.

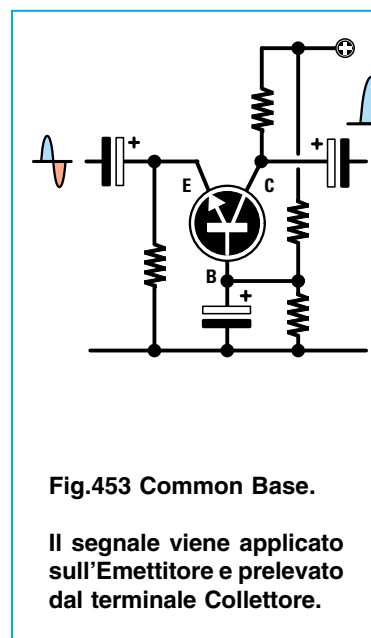
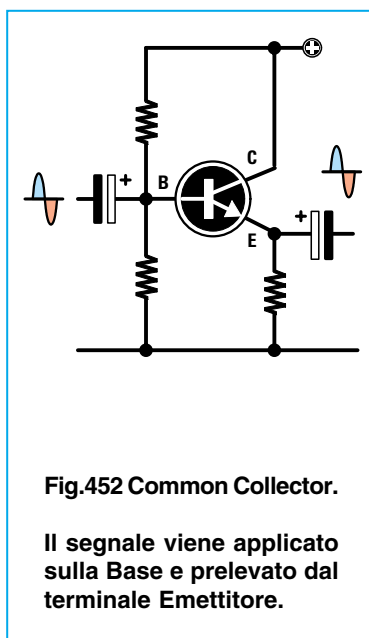
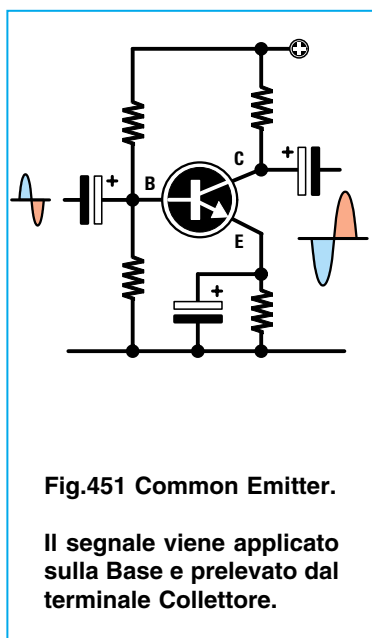
Fig.451 Common Emitter.

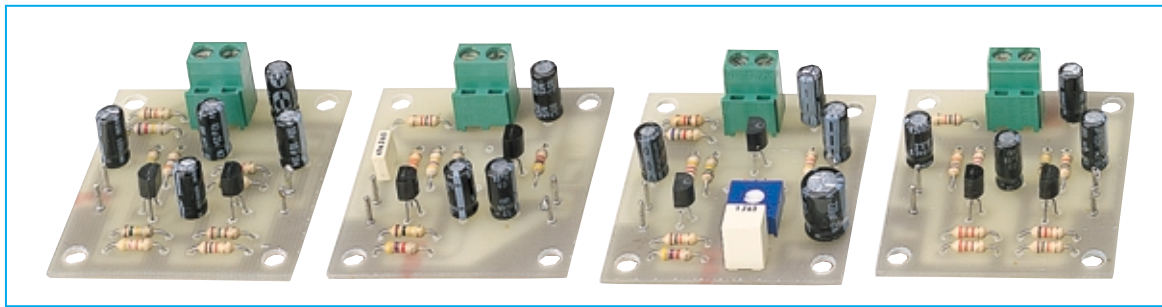
Il segnale viene applicato sulla Base e prelevato dal terminale Collettore.

Fig.452 Common Collector.

Il segnale viene applicato sulla Base e prelevato dal terminale Emettitore.

Fig.453 Common Base.

Il segnale viene applicato sull'Emettitore e prelevato dal terminale Collettore.

	Common Emitter	Common Collector	Common Base
Guadagno in tensione	medio	nullo	elevato
Guadagno in corrente	medio	medio	nullo
Guadagno in potenza	alto	basso	medio
Impedenza d'ingresso	media	elevata	bassa
Impedenza d'uscita	elevata	bassa	elevata
Inversione di fase	SI	NO	NO

In questa Tabella sono indicate le differenze che si ottengono nelle tre diverse configurazioni.

SCHEMI DI PREAMPLIFICATORI A 2 TRANSISTOR

Per completare questo articolo teorico dedicato ai transistor vi presentiamo quattro **diversi schemi** di preamplificatori di **BF** che utilizzano due transistor e che potrete realizzare per fare pratica.

Preamplificatore per deboli segnali LX.5010

In fig.454 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore che utilizza due transistor **NPN**, idoneo ad amplificare segnali molto **deboli**.
Per realizzare questo preamplificatore potrete usare indifferentemente questi tipi di transistor:

BC.172- BC.547 o altri equivalenti

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione ....12 volt
Corrente assorbita ......2 milliamper
Guadagno totale ....50-55 volte
Max segnale ingresso .150 millivolt p/p
Max segnale uscita .....8 volt picco/picco
Carico d'uscita (R10) ..47.000 ohm
Banda di frequenza .....da 20 Hz a 200.000 Hz

Anche se nell'elenco dei dati tecnici abbiamo inserito una tensione di alimentazione di **12 volt**, questo preamplificatore può essere alimentato con una tensione di **9 volt** oppure di **15 volt**; in tal caso si dovrà tenere presente che, alimentandolo con **9 volt**, non si potranno applicare sul suo ingresso dei segnali d'ampiezza superiore ai **120 millivolt**, diversamente il segnale che si preleverà sull'uscita risulterà **distorto**.
Come già saprete, per convertire una tensione da **millivolt** in **volt** bisogna dividerla per **1.000**, quindi un segnale di **150 millivolt picco/picco** corrisponde a:

150 : 1.000 = 0,15 volt picco/picco

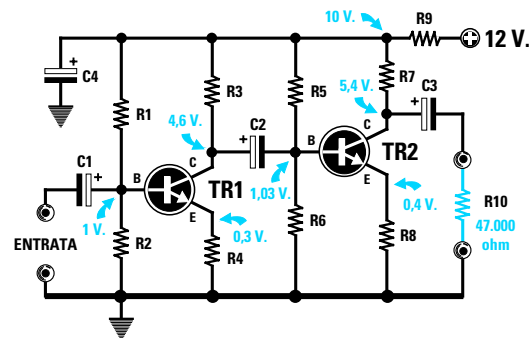
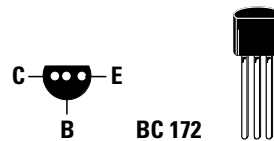



Fig.454 Schema classico di un preamplificatore BF che impiega 2 transistor NPN.

ELENCO COMPONENTI LX.5010

R1 = 18.000 ohm 1/4 watt
R2 = 2.200 ohm 1/4 watt
R3 = 2.700 ohm 1/4 watt
R4 = 220 ohm 1/4 watt
R5 = 100.000 ohm 1/4 watt
R6 = 12.000 ohm 1/4 watt
R7 = 10.000 ohm 1/4 watt
R8 = 1.000 ohm 1/4 watt
R9 = 1.000 ohm 1/4 watt
R10 = resistenza di carico
C1 = 4,7 mF elettrolitico
C2 = 1 mF elettrolitico
C3 = 1 mF elettrolitico
C4 = 10 mF elettrolitico
TR1 = NPN tipo BC.172
TR2 = NPN tipo BC.172

Connessioni CBE viste da sotto del transistor BC.172 e dell'equivalente BC.547.

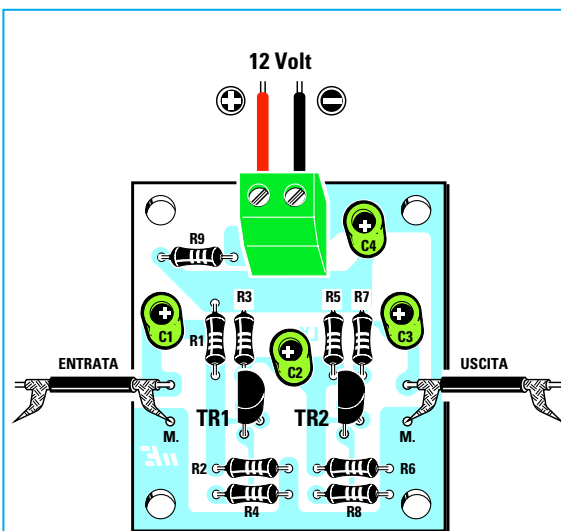



Fig.455 Sopra, lo schema pratico di montaggio del kit LX.5010 e sotto la foto di come si presenterà il preamplificatore a 2 transistor una volta completato.

Nello schema elettrico di fig.454 abbiamo riportato tutti i valori di **tensione** presenti sui tre terminali di ogni transistor riferiti sempre alla **massa**.

Comunque per sapere se la tensione presente sul **Collettore** risulta esattamente pari alla **metà** della **Vcc** dovrete eseguire queste due semplici operazioni:

- Dividere per **2** il valore **Vcc** che non è **12 volt**, ma il valore della tensione presente dopo la resistenza **R9** da **1.000 ohm**, cioè **10 volt**.

- Sommare al valore ottenuto la **tensione** presente tra il terminale **Emettitore** e la **massa**.

Quindi sul **Collettore** di **TR1** dovrebbe risultare presente una tensione di:

(10 : 2) + 0,3 = 5,3 volt

Anche se sul **Collettore** di **TR1** rileverete una tensione di **4,6 volt** solo perchè si sono dovute utilizzare delle resistenze di valore **standard**, non dovete preoccuparvi (vedi figg.437-438).

Sul **Collettore** di **TR2** dovrebbe invece risultare presente una tensione di:

(10 : 2) + 0,4 = 5,4 volt

Controllando quale tensione è presente tra il **Collettore** e la **massa** di **TR2** vi ritroverete con una **esatta** tensione di **5,4 volt**, ma questo è uno di quei casi che può verificarsi **una** volta su **cento**.

Se volete montare questo preamplificatore dovrete procurarvi il kit siglato **LX.5010** che risulta già completo di tutti i componenti e del **circuito stampato** inciso e forato.

In fig.455 vi presentiamo lo schema pratico di montaggio che vi sarà utile per sapere in quale posizione inserire tutti i componenti richiesti.

Quando nel circuito stampato inserirete i transistor **TR1-TR2**, dovrete rivolgere la parte **piatta** del loro corpo verso sinistra come visibile in fig.455 e quando monterete i **condensatori elettrolitici** dovrete inserire il terminale **positivo** nel foro dello stampato contrassegnato dal simbolo **+**.

Costo del kit LX.5010 completo .... L. 6.000
Costo del solo circuito stampato .... L. 2.000

Preamplificatore per segnali elevati LX.5011

Lo schema riportato in fig.456, che utilizza sempre due transistor **NPN**, si differenzia dai classici schemi di preamplificatori perchè, come potete notare, la **B**ase del secondo transistor (vedi **TR2**) risulta direttamente collegata al **C**ollettore del transistor **TR1** senza il tramite di nessun **condensatore** ed il segnale amplificato viene prelevato dall'**E**mettitore di **TR2** anzichè dal suo **Collettore**.
In questo caso tra l'**Emettitore** e la **massa** dovrebbe risultare presente **metà** tensione **Vcc**, cioè **5,25 volt**, quindi anche se si ottiene una tensione di **5,2 volt** dobbiamo ammettere che la differenza è veramente **irrisoria**.

Fig.456 In questo preamplificatore il segnale si preleva sull'Emettitore di TR2. Si noti la Base di TR2 collegata a TR1 senza nessun condensatore elettrolitico.

ELENCO COMPONENTI LX.5011

R1 = 470.000 ohm 1/4 watt
R2 = 150.000 ohm 1/4 watt
R3 = 100.000 ohm 1/4 watt
R4 = 22.000 ohm 1/4 watt
R5 = 4.700 ohm 1/4 watt
R6 = 4.700 ohm 1/4 watt
R7 = 1.000 ohm 1/4 watt
R8 = resistenza di carico
C1 = 47.000 pF poliestere
C2 = 4,7 mF elettrolitico
C3 = 1 mF elettrolitico
C4 = 22 mF elettrolitico
TR1 = NPN tipo BC.172
TR2 = NPN tipo BC.172

Questo preamplificatore è in grado di accettare sul suo ingresso dei segnali d'ampiezza **molto elevata**, cioè anche nell'ordine di **2 volt picco/picco**.

Per realizzare questo preamplificatore potrete usare indifferentemente questi tipi di transistor:

BC.172- BC.547 o altri equivalenti

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione	**12 volt**
Corrente assorbita	**1,5 milliamper**
Guadagno totale	**4,8 volte**
Max segnale ingresso	**2 volt picco/picco**
Max segnale uscita	**9,6 volt picco/picco**
Carico d'uscita (R7)	**47.000 ohm**
Banda di frequenza	**da 10 Hz a 900.000 Hz**

Anche questo preamplificatore può essere alimentato con una tensione di **9 volt** oppure di **15 volt**.

Per montare questo preamplificatore dovrete procurarvi il kit siglato **LX.5011** e, seguendo lo schema pratico di fig.457, potrete inserire nel circuito stampato tutti i componenti, rispettando per i soli condensatori **elettrolitici** la polarità positiva e negativa dei due terminali.
Quando inserirete i due transistor **TR1-TR2**, dovrete rivolgere la parte **piatta** del loro corpo verso sinistra come visibile in fig.457.

Costo del kit LX.5011 completo .... L. 6.000
Costo del solo circuito stampato .... L. 2.000

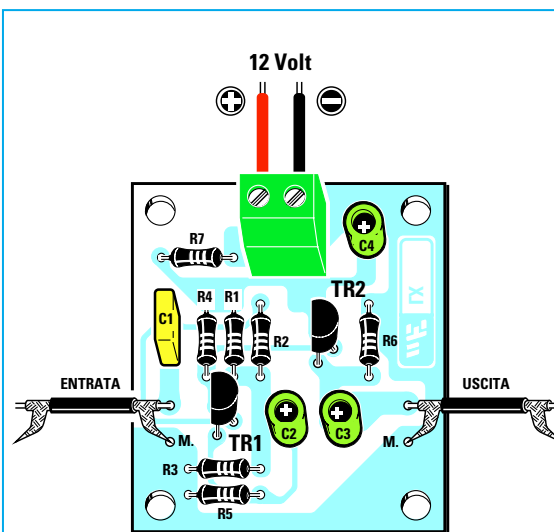



Fig.457 Sopra, lo schema pratico di montaggio del kit LX.5011 e sotto la foto di questo stesso preamplificatore.

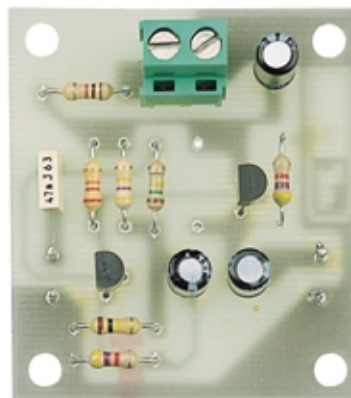
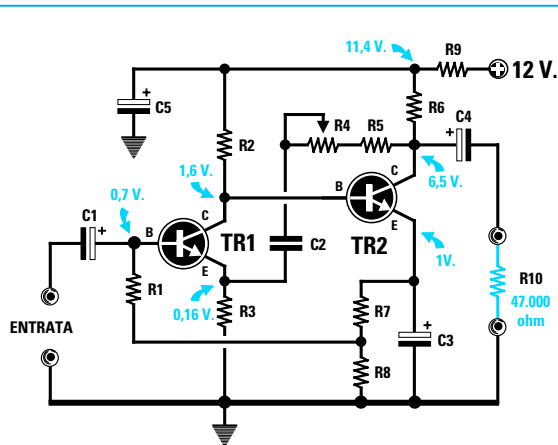



Fig.458 In questo preamplificatore potrete variare il guadagno da 10 a 33 volte ruotando il cursore del trimmer R4.

ELENCO COMPONENTI LX.5012

R1 = 150.000 ohm 1/4 watt
R2 = 270.000 ohm 1/4 watt
R3 = 4.700 ohm 1/4 watt
R4 = 100.000 ohm trimmer
R5 = 47.000 ohm 1/4 watt
R6 = 6.800 ohm 1/4 watt
R7 = 390 ohm 1/4 watt
R8 = 1.000 ohm 1/4 watt
R9 = 1.000 ohm 1/4 watt
R10 = resistenza di carico
C1 = 10 mF elettrolitico
C2 = 1 mF poliestere
C3 = 220 mF elettrolitico
C4 = 1 mF elettrolitico
C5 = 10 mF elettrolitico
TR1 = NPN tipo BC.547
TR2 = NPN tipo BC.547

Preamplificatore con guadagno variabile LX.5012

Il terzo schema che proponiamo in fig.458 presenta il vantaggio di poter variare il **guadagno** da un minimo di **10 volte** ad un massimo di **33 volte** circa ruotando semplicemente il cursore del trimmer siglato **R4** da **100.000 ohm**.
In questo schema la **B**ase del secondo transistor (vedi **TR2**) risulta collegata direttamente al **C**ollettore del transistor **TR1** senza il tramite di nessun **condensatore** ed il segnale preamplificato si preleva dal **C**ollettore di **TR2** per mezzo del condensatore **C4**.

Se ruoterete il cursore del trimmer **R4** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, il segnale verrà amplificato di circa **10 volte**, se invece ruoterete il cursore di questo trimmer in modo da **inserire** tutta la sua resistenza, il segnale verrà amplificato di circa **33 volte**.
È sottointeso che ruotando il trimmer a metà corsa si ottiene un guadagno intermedio.

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione	**12 volt**
Corrente assorbita	**0,8 milliamper**
Guadagno variabile	**da 10 a 33 volte**
Max segnale ingresso .	**0,3 - 0,8 volt p/p**
Max segnale uscita	**9,6 volt picco/picco**
Carico d'uscita (R5)	**47.000 ohm**
Banda di frequenza	**da 20 Hz a 800.000 Hz**

Anche questo preamplificatore può essere alimentato con una tensione di **9 volt** oppure di **15 volt**.

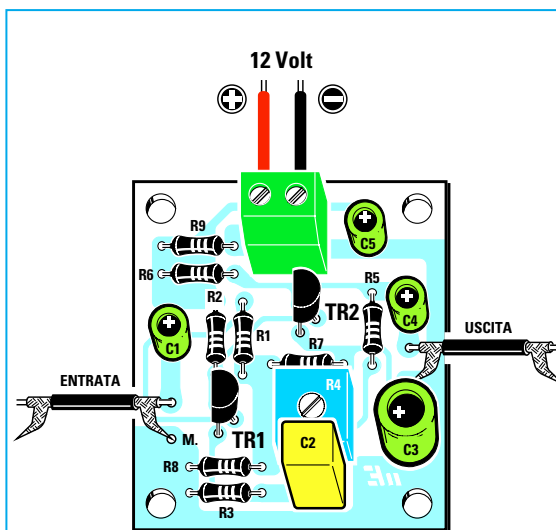
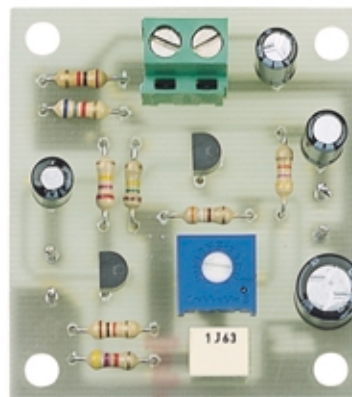



Fig.459 Sopra, lo schema pratico di montaggio del kit LX.5012 e sotto la foto del preamplificatore a guadagno variabile.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per realizzare questo premplificatore dovrete procurarvi il kit siglato **LX.5012** e seguendo lo schema pratico di fig.459 potrete montare nel circuito stampato tutti i componenti.
Quando inserirete i transistor **TR1-TR2**, dovrete rivolgere la parte **piatta** del loro corpo verso sinistra come appare ben visibile in fig...
Come già saprete, quando monterete i **condensatori elettrolitici** siglati **C1-C3-C4-C5** dovrete inserire il loro terminale **positivo** nel foro dello stampato contrassegnato dal simbolo **+**.

Costo del kit LX.5012 completo .... L. 8.000
Costo del solo circuito stampato .... L. 2.000

Preamplificatore con un PNP e un NPN LX.5013

In fig.460 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore idoneo ad amplificare segnali **molto deboli** e che utilizza un transistor **PNP** e un transistor **NPN**.
Come **PNP** potrete usare indifferentemente questi tipi di transistor:

BC.213 - BC.308 - BC.328 o altri equivalenti

Come **NPN** potrete usare indifferentemente questi tipi di transistor:

BC.172- BC.547 o altri equivalenti

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione.......	**12 volt**
Corrente assorbita.......	**1,2 milliamper**
Guadagno totale	**115 volte**
Max segnale ingresso.	**70 millivolt p/p**
Max segnale uscita......	**8 volt picco/picco**
Carico d'uscita (R11)...	**47.000 ohm**
Banda di frequenza	**da 20 Hz a 200.000 Hz**

Anche questo preamplificatore può essere alimentato con una tensione di soli **9 volt** oppure di **15 volt**, tenendo presente che alimentandolo con **9 volt** non potrete applicare sul suo ingresso dei segnali d'ampiezza superiore ai **50 millivolt**, diversamente il segnale che preleverete sull'uscita risulterà **distorto**.

Se volete montare questo preamplificatore dovrete procurarvi il kit siglato **LX.5013** che risulta già completo di tutti i componenti e di **circuito stampato** forato.

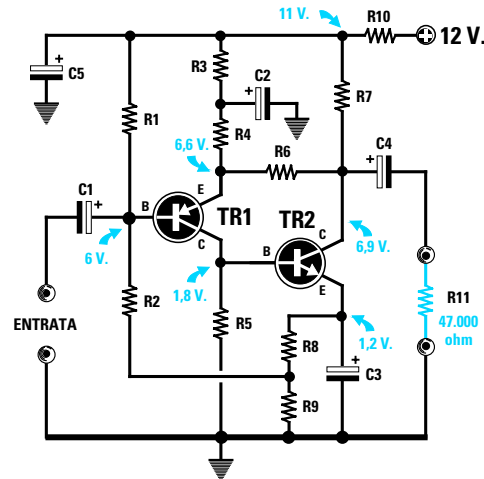
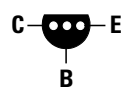
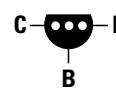



Fig.460 In questo preamplificatore viene utilizzato un transistor tipo PNP (TR1) ed un transistor tipo NPN (TR2).

ELENCO COMPONENTI LX.5013

R1 = 150.000 ohm 1/4 watt
R2 = 150.000 ohm 1/4 watt
R3 = 120.000 ohm 1/4 watt
R4 = 390 ohm 1/4 watt
R5 = 47.000 ohm 1/4 watt
R6 = 56.000 ohm 1/4 watt
R7 = 3.900 ohm 1/4 watt
R8 = 150 ohm 1/4 watt
R9 = 1.000 ohm 1/4 watt
R10 = 1.000 ohm 1/4 watt
R11 = resistenza di carico
C1 = 10 mF elettrolitico
C2 = 47 mF elettrolitico
C3 = 47 mF elettrolitico
C4 = 10 mF elettrolitico
C5 = 22 mF elettrolitico
TR1 = PNP tipo BC.308
TR2 = NPN tipo BC.172

Anche se la forma e le connessioni CBE dei due transistor PNP e NPN sono identiche, sul corpo del transistor PNP è stampigliato BC.308 e sull'NPN BC.172.

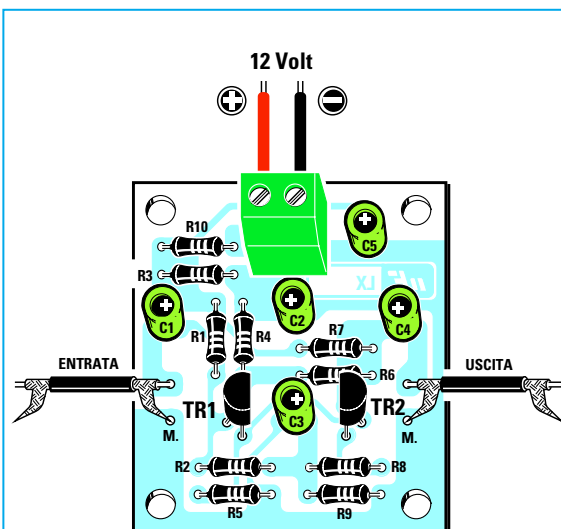
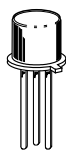
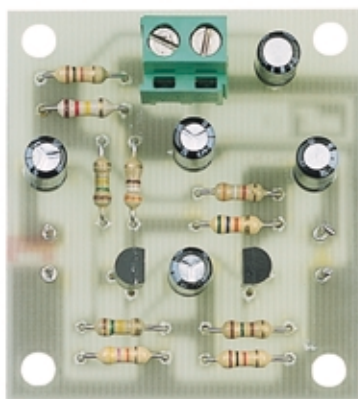



Fig.461 Sopra, lo schema pratico di montaggio del kit LX.5013 e sotto la foto di come si presenterà il preamplificatore con un PNP e un NPN una volta completato.

BC 107	NPN
2N 2906	PNP
2N 2907	PNP
2N 3963	PNP

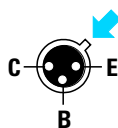



Fig.462 Se disponete di transistor metallici li potete tranquillamente usare. Nel disegno le connessioni CBE viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo del transistor.

In fig.461 vi presentiamo lo schema pratico di montaggio: seguendo questo disegno, dovrete inserire nelle posizioni indicate tutti i componenti, rispettando per i soli **condensatori elettrolitici** la polarità positiva e negativa dei due terminali.
Quando inserirete il transistor **TR1**, contrassegnato dalla sigla **BC.213**, **BC.308** o **BC.328**, dovrete posizionarlo in modo che la parte **piatta** del suo corpo sia rivolta verso **destra**, mentre quando inserite **TR2**, contrassegnato da una di queste sigle **BC.172-BC.547**, dovrete rivolgere la parte piatta del suo corpo verso **sinistra** come appare ben visibile in fig.461.
Se inserirete il transistor **NPN** dove andrebbe inserito il **PNP** il circuito **non** potrà funzionare.

Costo del kit LX.5013 completo .... L. 7.000
Costo del solo circuito stampato .... L. 2.000

CONCLUSIONE

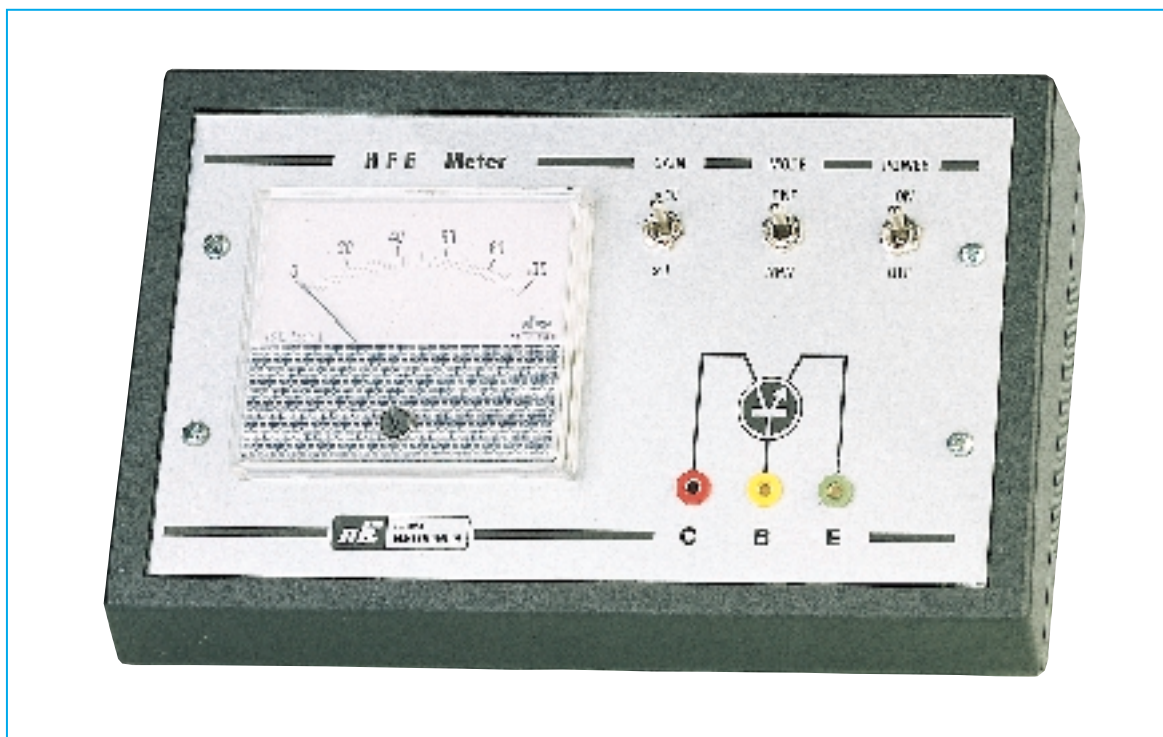
Possiamo assicurarvi che nel montare questi quattro preamplificatori **non** incontrete nessuna difficoltà e, come potrete constatare a montaggio ultimato, tutti **funzioneranno** in modo perfetto salvo che non abbiate eseguito delle **pessime** saldature.

ULTIMI CONSIGLI

Per evitare insuccessi leggete quanto segue:

- Quando collegate i **12 volt** ai due terminali di alimentazione cercate di **non invertire** il filo **negativo** con il **positivo**, perchè se commetterete questo **errore** i due transistor si **danneggeranno**.

- Per applicare il segnale sull'ingresso e per prelevarlo dall'uscita dovrete utilizzare del **cavetto schermato**, collegando sempre la **calza** di **schermo** al terminale di **massa** (vedi terminale con la **M**) presente sul circuito stampato.

- Non provate a collegare sull'uscita di questi preamplificatori delle **cuffie** perchè queste hanno una resistenza di soli **32 ohm**, mentre l'uscita di questi preamplificatori è stata calcolata per una resistenza che non risulti minore di **47.000 ohm**.
Il segnale prelevato dalle loro **uscite** può invece essere applicato direttamente sull'ingresso di un qualsiasi **amplificatore finale** di **potenza** anche se questo avesse una impedenza d'ingresso compresa tra i **50.000** e i **100.000 ohm**.

UN SEMPLICE PROVATRANSISTOR

Uno strumento che non dovrebbe mai mancare anche nel più piccolo laboratorio è il **provatransistor**, perchè consente di stabilire immediatamente se il transistor in nostro possesso risulta **efficiente** oppure **difettoso** o **bruciato**.

Se il nostro provatransistor è **efficiente** potremo leggere il valore **Hfe**, un dato indispensabile per calcolare i valori delle resistenze di polarizzazione come spiegato nella Lezione N.13.

Poichè difficilmente troverete un provatransistor dal prezzo economico in un negozio di elettronica, vi insegneremo come autocostruirlo.

SCHEMA ELETTRICO

Per poter usare correttamente un qualsiasi strumento, occorre prima capire come funziona e per spiegarvelo iniziamo da uno schema **semplificato** come quello riportato in fig.463.

Come già sapete, al Collettore di tutti i transistor tipo **NPN** dovete collegare il **positivo** di alimentazione e ai transistor **PNP** il **negativo** di alimentazione (vedi Lezione N.13, figg.414-415).

Per realizzare un semplice provatransistor occorrono due pile **invertite** di polarità e un deviatore (vedi **S1**), che permetta di applicare sul **Collettore** e sulla **Base** una tensione **positiva** se il transistor è un **NPN** oppure una tensione **negativa** se il transistor è un **PNP**.

Per far deviare la lancetta dello **strumento** collegato al **Collettore**, sempre da sinistra verso destra e mai in senso inverso, occorre anche un **ponte raddrizzatore** composto da quattro diodi al silicio che nello schema elettrico abbiamo siglato **DS1-DS2-DS3-DS4**.

Quando il deviatore **S1** preleva dalle due pile la tensione **positiva** (posizione **NPN**), questa attraversa il diodo **DS3**, poi entra nel terminale **positivo** dello strumentino per fuoriuscire dal terminale **negativo** e, proseguendo nel suo cammino, attraversa il diodo **DS2** e, in tal modo, raggiunge il **Collettore** del transistor **NPN**.

Quando il deviatore **S1** preleva dalle due pile la tensione **negativa** (posizione **PNP**), questa attraversa il diodo **DS1**, poi entra nel terminale **negativo** dello strumentino per fuoriuscire dal terminale **positivo** e, proseguendo nel suo cammino, attraversa il diodo **DS4** e, in tal modo, raggiunge il **Collettore** del transistor **PNP**.

Il circuito riprodotto in fig.463 potrebbe funzionare

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

soltanto se per ogni **diverso** tipo di transistor fossimo in grado di modificare i valori delle resistenze **R1-R2** in modo da far assorbire alla **Base** una **corrente** di **10 microamper**.
Poichè questa operazione oltre a risultare poco pratica è anche molto complessa, per ottenere un valido e **preciso** strumento di **misura** è necessario modificare lo schema di fig.463 come illustrato in fig.464.

Iniziamo la descrizione di questo schema **definitivo** dalla presa pila di alimentazione da **9 volt** visibile a sinistra.

Ogni volta che chiudiamo l'interruttore **S1** la tensione **positiva** scorre attraverso la resistenza **R1**, i quattro diodi **DS1-DS2-DS3-DS4** e la resistenza **R2**.
I quattro diodi al silicio **DS1-DS2-DS3-DS4** servono per ottenere una tensione di riferimento di circa **2,8 volt**, che rimarrà **stabile** anche se la tensione della pila si abbasserà sugli **8-7 volt**.

Infatti, come vi abbiamo già spiegato nelle lezioni precedenti, ogni **diodo** al **silicio** provoca una caduta di tensione di circa **0,7 volt**, quindi ponendo **4** diodi in serie otteniamo ai suoi estremi una tensione di:

0,7 x 4 = 2,8 volt circa

Questa tensione posta ai capi dei trimmer **R3-R4** consente di ottenere una esatta **corrente** di **10 microamper**, che verrà poi applicata sulla **Base** dei transistor da controllare.

Come potete vedere in fig.464, il punto di giunzione dei due trimmer **R3-R4** viene collegato al piedino **3** del simbolo grafico a forma di **triangolo** siglato **IC1/B** che, in pratica, è un **integrato operazionale** che ancora non conoscete perchè pubblicheremo la **Lezione** dedicata a questo componente in un prossimo futuro.

Questo integrato, siglato **IC1/B,** serve per ottenere sulla sua uscita (piedino **1**) una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione, vale a dire **4,5 volt**, che applicheremo sul terminale **Emettitore** del transistor.

Se spostiamo il deviatore **S2/A** verso il **positivo** della pila (vedi **NPN**), sul **Collettore** del transistor giungerà una tensione **positiva** che non sarà più di **9 volt** ma esattamente la sua **metà**, cioè di **4,5 volt**, tensione che ci servirà per alimentare tutti i **Collettori** dei transistor tipo **NPN**.

Se spostiamo il deviatore **S2/A** verso il **negativo** della pila, cioè verso **massa** (vedi **PNP**), sul **Collettore** del transistor giungerà una tensione **negativa** che sarà anch'essa la **metà** di **9 volt**, cioè **4,5 volt**, e che ci servirà per alimentare tutti i **Collettori** dei transistor tipo **PNP**.

Poichè **S2/A** è abbinato al secondo deviatore siglato **S2/B**, quando sposteremo il deviatore **S2/A**

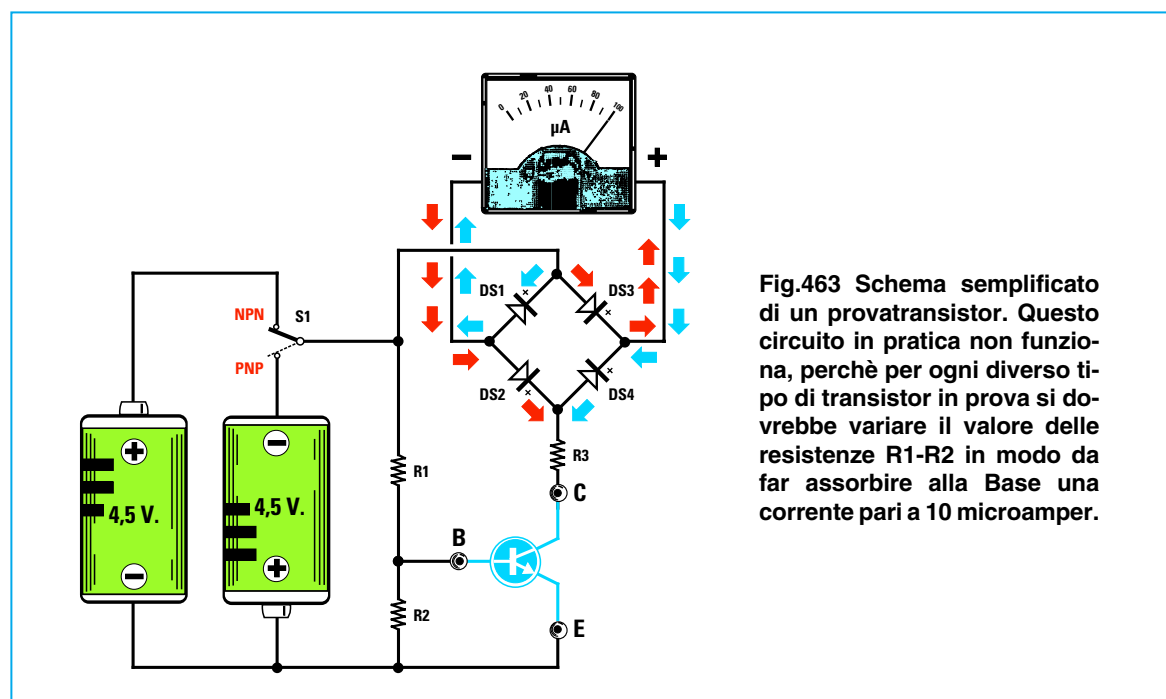
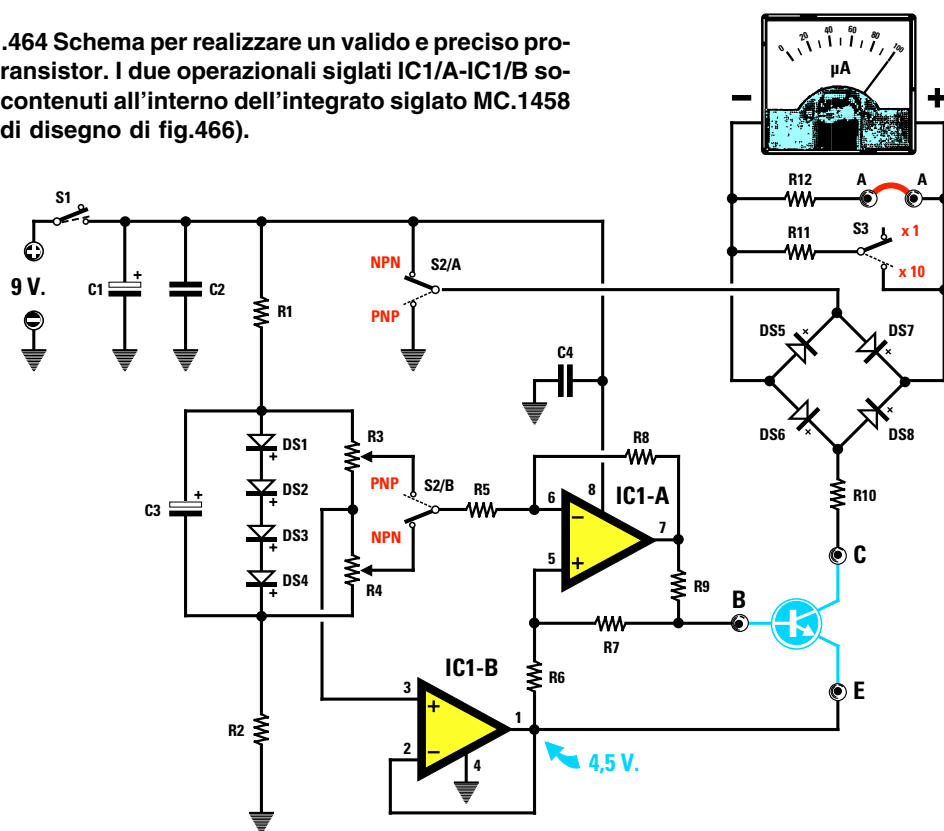



Fig.463 Schema semplificato di un provatransistor. Questo circuito in pratica non funziona, perchè per ogni diverso tipo di transistor in prova si dovrebbe variare il valore delle resistenze R1-R2 in modo da far assorbire alla Base una corrente pari a 10 microamper.

Fig.464 Schema per realizzare un valido e preciso provatransistor. I due operazionali siglati IC1/A-IC1/B sono contenuti all'interno dell'integrato siglato MC.1458 (vedi disegno di fig.466).

ELENCO COMPONENTI LX.5014

R1 = 10.000 ohm 1/4 watt
R2 = 10.000 ohm 1/4 watt
R3 = 10.000 ohm trimmer
R4 = 10.000 ohm trimmer
R5 = 1 megaohm 1/4 watt
R6 = 1 megaohm 1/4 watt
R7 = 1 megaohm 1/4 watt
R8 = 1 megaohm 1/4 watt
R9 = 47.000 ohm 1/4 watt
R10 = 220 ohm 1/4 watt
R11 = 10 ohm 1/4 watt
R12 = 100 ohm 1/4 watt
C1 = 47 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 1 mF elettrolitico
C4 = 100.000 pF poliestere
DS1-DS8 = diodi tipo 1N.4150
IC1 = MC.1458
S1 = interruttore
S2 = doppio deviatore
S3 = deviatore
uA = strumento 100 microA.

sulla posizione **NPN**, automaticamente il secondo deviatore **S2/B** preleverà dal cursore del trimmer **R4** una tensione **positiva** rispetto alla **massa**, tensione che applicheremo sul piedino **6** del secondo **integrato operazionale** (vedi **triangolo** siglato **IC1/A**).
In tal modo, sul piedino di uscita **7** di questo **integrato** otterremo una tensione **positiva**, che farà assorbire alla **Base** di tutti i transistor **NPN** una esatta corrente di **10 microamper**.

Quando sposteremo il deviatore **S2/A** sulla posizione **PNP**, automaticamente il secondo deviatore **S2/B** preleverà dal cursore del trimmer **R3** una tensione **negativa** rispetto alla **massa**, che applicheremo sempre sul piedino **6** del secondo **integrato operazionale** siglato **IC1/A**.

In tal modo, sul piedino di uscita **7** di questo **integrato** ci ritroveremo una tensione **negativa** che farà assorbire alla **Base** di tutti i transistor tipo **PNP** una esatta corrente di **10 microamper**.

La tensione **positiva** o **negativa** che preleveremo dal cursore del deviatore **S2/A**, prima di raggiun-

gere il **Collettore** del transistor, passa attraverso i diodi siglati **DS5-DS6-DS7-DS8** che, come abbiamo già detto, servono per far deviare la **lancetta** dello strumento sempre dallo **0** verso **destra** indipendentemente dalla polarità **negativa** o **positiva** che applicheremo su di essi.

Quando sposteremo il deviatore **S2/A** sulla posizione **NPN**, la tensione **positiva** della pila passerà attraverso il diodo **DS7**, poi entrerà nel terminale **positivo** dello strumentino e, fuoriuscendo dal terminale **negativo**, passerà attraverso il diodo **DS6** per andare ad alimentare il **Collettore** del transistor **NPN**.

Quando sposteremo il deviatore **S2/A** sulla posizione **PNP**, la tensione **negativa** della pila passerà attraverso il diodo **DS5**, poi entrerà nel terminale **negativo** dello strumentino e, fuoriuscendo dal terminale **positivo**, passerà attraverso il diodo **DS8** per andare ad alimentare il **Collettore** del transistor **PNP**.

Lo **strumentino** collegato ai capi di questo **ponte** leggerà la **corrente** che scorre nel **Collettore** che risulta proporzionale al valore della sua **Hfe**.

Se il transistor avesse una **Hfe = 100**, sapendo che sulla sua **Base** scorre una corrente di **10 microamper**, equivalente a **0,01 milliamper**, nel **Collettore** scorrerebbe una **corrente** di:

0,01 x 100 = 1 milliamper

Se il transistor avesse una **Hfe = 1.000**, sapendo che sulla **Base** del transistor scorre una corrente di **0,01 milliamper**, nel **Collettore** scorrerebbe una **corrente** di:

0,01 x 1.000 = 10 milliamper

Poichè lo strumentino è da **100 microamper**, per poter leggere delle correnti di **1 milliamper** e di **10 milliamper** dovremo applicare ai suoi capi due resistenze.
La resistenza **R12** da **100 ohm**, collegata in parallelo allo strumento tramite il **ponticello** siglato **A-A**, permette di ottenere un fondo scala di **1 mA.**
La resistenza **R11** da **10 ohm**, collegata in parallelo allo strumento tramite l'interruttore **S3**, permette di ottenere un fondo scala di **10 mA.**

Spostando la levetta del deviatore **S3** sulla posizione **x1**, possiamo misurare qualsiasi **Hfe** fino ad un valore massimo di **100**.
Spostando la levetta del deviatore **S3** sulla posizione **x10**, possiamo misurare qualsiasi **Hfe** fino ad un valore massimo di **1.000**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Una volta in possesso del kit siglato **LX.5014**, togliete dal suo cartone tutti i componenti ed inseriteli uno alla volta nel circuito stampato come visibile nello schema pratico di fig.465.

Come primo componente consigliamo di montare lo **zoccolo** per l'integrato **IC1** e di saldarne dal lato opposto tutti i piedini, facendo attenzione a non cortocircuitarne due adiacenti con un eccesso di stagno.
Completata questa operazione, potete inserire tutte le **resistenze** che, come già sapete, avendo ciascuna un proprio valore vanno collocate nella giusta posizione, quindi la resistenza **R12** da **100 ohm** andrà inserita nei due fori siglati sullo stampato con la sigla **R12** e la resistenza **R11** da **10 ohm** andrà inserita vicino alla precedente resistenza, in corrispondenza della sigla **R11**.
Dopo aver inserito tutte le resistenze, potete passare ai **diodi** al silicio siglati da **DS1** a **DS8**.
Inserendo questi diodi dovete fare molta **attenzione** alla fascia **nera** presente su un solo lato del loro corpo che serve ad indicare il terminale **positivo**.

Quando inserite i diodi da **DS5** a **DS8** nel circuito stampato, dovete rivolgere questa **fascia** come qui indicato:

DS5 - DS6 fascia verso il **basso**
DS7 - DS8 fascia verso l'**alto**

Quando inserite i diodi da **DS1** a **DS4**, dovete rivolgere questa **fascia** come qui indicato:

DS1 fascia verso **destra**
DS2 fascia verso **sinistra**
DS3 fascia verso **destra**
DS4 fascia verso **sinistra**

Se inserite anche **un** solo diodo con la fascia orientata in senso **opposto** a quanto disegnato in fig.465, il circuito **non funzionerà**.

Proseguendo nel montaggio, potete inserire i due **condensatori** poliestere **C2-C4** e i due **elettrolitici C1-C3** innestando il terminale **positivo** nel foro contrassegnato **+**.

Se sul corpo di questi condensatori **elettrolitici** non risulta indicata la polarità **+/–** dei due terminali, ricordatevi che il terminale **più lungo** è sempre il **positivo** e il terminale **più corto** è sempre il **negativo**.

Dopo questi componenti, potete inserire nello stam-

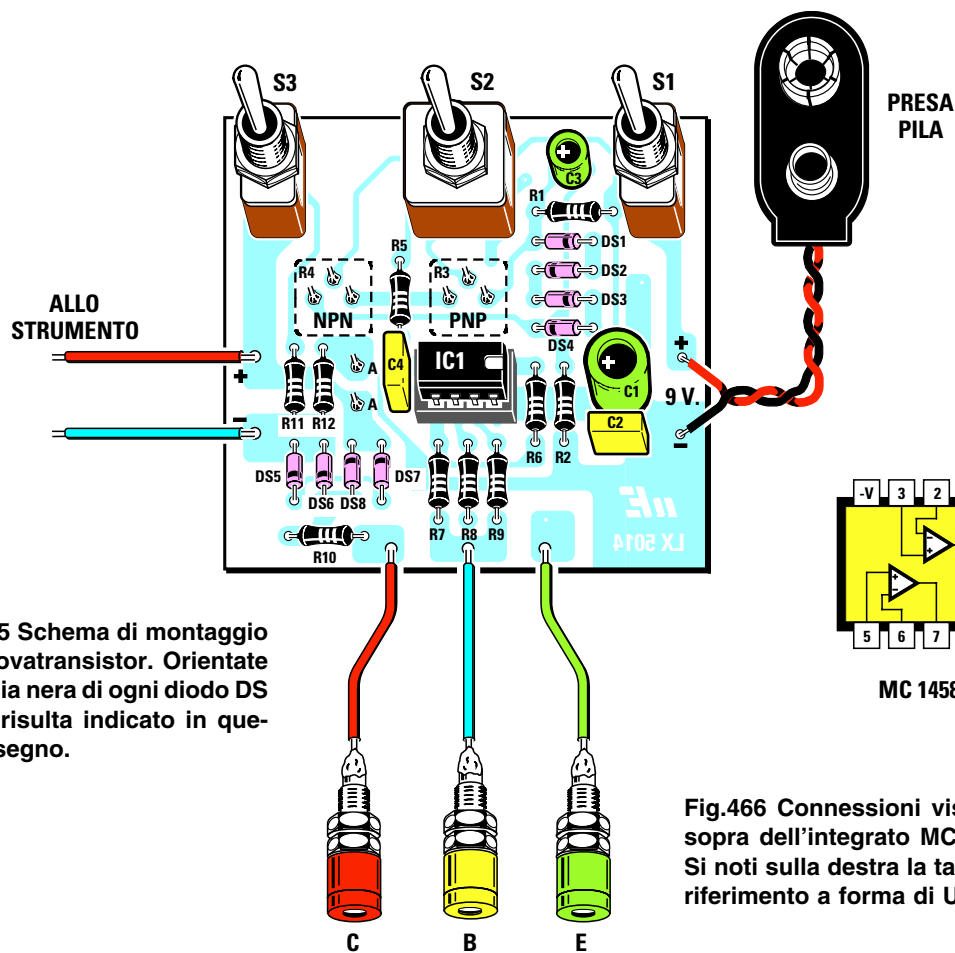



Fig.465 Schema di montaggio del provatransistor. Orientate la fascia nera di ogni diodo DS come risulta indicato in questo disegno.

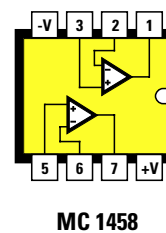



Fig.466 Connessioni viste da sopra dell'integrato MC.1458. Si noti sulla destra la tacca di riferimento a forma di U.

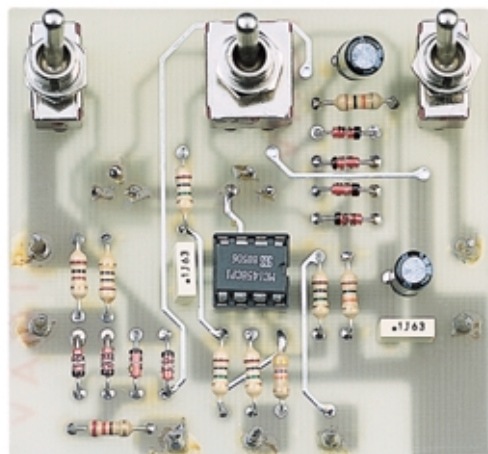



Fig.467 Foto del montaggio visto dal lato dei componenti. Tutte le piste in rame del circuito stampato che vi forniremo risultano protette da una vernice isolante.

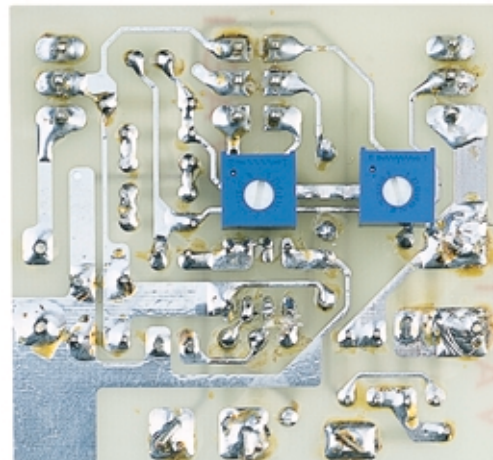



Fig.468 Foto del montaggio visto dal lato dei due trimmer. Se eseguirete delle perfette saldature il circuito funzionerà non appena lo avrete completato e tarato.

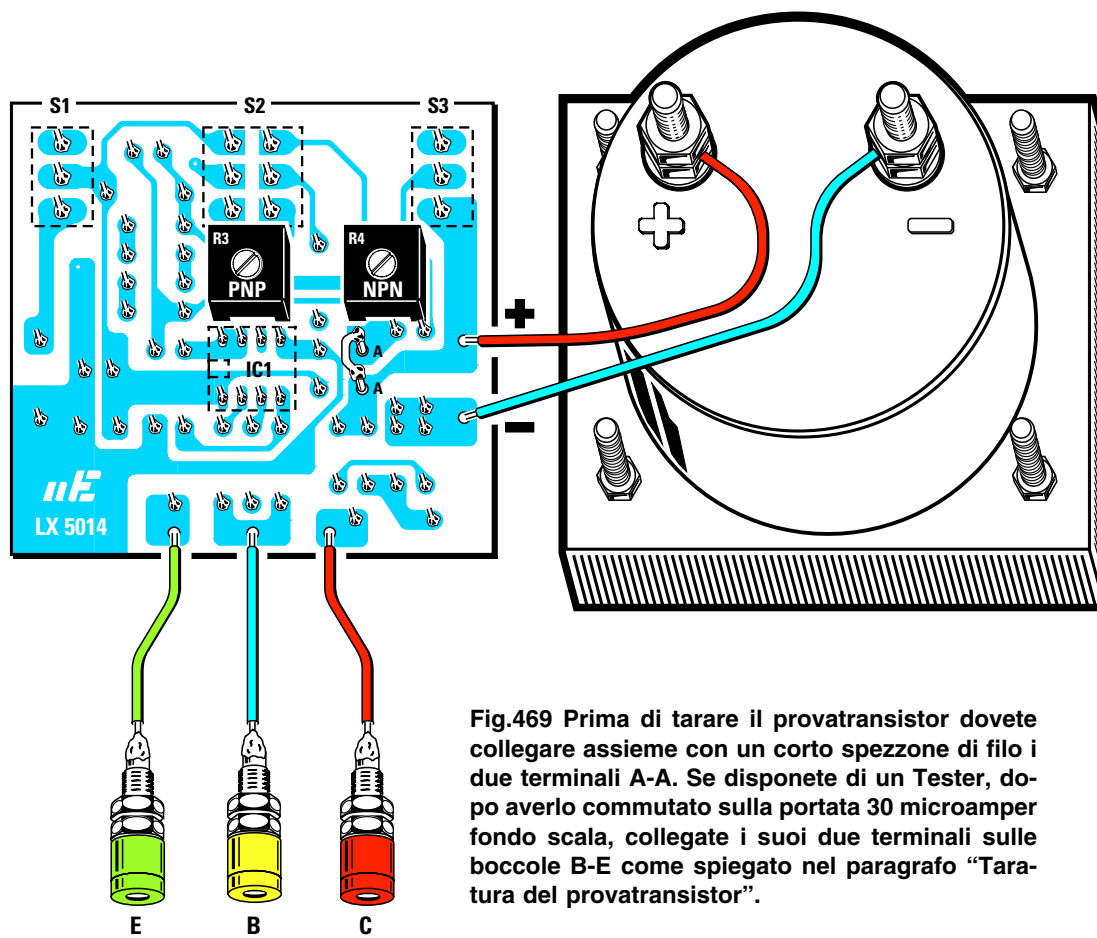



Fig.469 Prima di tarare il provatransistor dovete collegare assieme con un corto spezzone di filo i due terminali A-A. Se disponete di un Tester, dopo averlo commutato sulla portata 30 microamper fondo scala, collegate i suoi due terminali sulle boccole B-E come spiegato nel paragrafo "Taratura del provatransistor".

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

pato i deviatori **S1-S2-S3** premendoli a fondo nel circuito stampato.

Nei due fori di destra (vedi fig.465) dovete quindi collegare il filo **rosso** della **presa pila** alla pista contrassegnata **+** ed inserire il filo **nero** nel foro in basso contrassegnato **–**.

Portata a termine questa operazione, dovete **capovolgere** il circuito stampato ed inserire nelle posizioni visibili in fig.469 i due trimmer **R3-R4** e i due terminali **A-A** necessari per collegare allo strumento la resistenza **R12**.
Sul lato destro dello stampato dovete saldare i due fili per collegare lo strumento **microamperometro** e sulle tre piste poste in basso i tre fili per collegare le boccole **C-B-E**.

Capovolgendo ancora lo stampato potete inserire nel relativo **zoccolo** l'integrato **IC1**, rivolgendo la sua **tacca** di riferimento a forma di **U** verso destra come appare ben visibile in fig.465.

TARATURA del PROVATRANSISTOR

Dopo aver cortocircuitato i due terminali **A-A** con un corto spezzone di filo nudo (vedi fig.469), prima di utilizzare il provatransistor dovete **tarare** i due trimmer **R3 - R4** come ora vi spiegheremo:

– Se disponete di un **tester** commutatelo sulla portata **30 microamper CC** fondo scala lettura.

– Spostate il deviatore **S2** sulla posizione **NPN**, quindi collegate il puntale **positivo** sulla boccola **B** ed il puntale **negativo** sulla boccola **E** e fornite i **9 volt** al circuito.

– Con un cacciavite ruotate lentamente il cursore del trimmer **R4** (vedi fig.469 sulla destra del circuito stampato), fino a far deviare la lancetta del tester sui **10 microamper**.

– Eseguita questa operazione spegnete il provatransistor, quindi spostate il deviatore **S2** sulla posizione **PNP** e collegate il puntale **positivo** sulla boccola **E** ed il puntale **negativo** sulla boccola **B**. Ora applicate nuovamente i **9 volt** al circuito.

– Con un cacciavite ruotate il cursore del trimmer siglato **R3**, posto sulla sinistra dello stampato (vedi fig.469), fino a leggere **10 microamper**.

Se non disponete di un **tester** potrete tarare i trimmer utilizzando lo stesso strumento da **100 microamper** inserito nel provatransistor.

Dopo aver scollegato i due fili che dal circuito stampato giungono allo strumento, collegate provvisoriamente sui due terminali **+/–** altri due fili che andranno collegati alle boccole **B-E**.
Le procedure per la taratura sono le stesse utilizzate con il **tester**.

– Spostate il deviatore **S2** sulla posizione **NPN** e collegate il filo **positivo** sulla boccola **B** ed il filo **negativo** sulla boccola **E**, quindi ruotate il cursore del trimmer **R4** fino a far deviare la lancetta del tester sui **10 microamper**.

– Eseguita questa operazione spegnete il provatransistor, poi spostate il deviatore **S2** sulla posizione **PNP** e collegate il filo **positivo** sulla boccola **E** ed il filo **negativo** sulla boccola **B**. A questo punto potete ruotare il cursore del trimmer **R3** fino a leggere **10 microamper**.

Tarati i due trimmer **R3-R4** dovete soltanto collocare il circuito all'interno del suo mobile plastico, come potete vedere in fig.469.

FISSAGGIO nel MOBILE PLASTICO

Nella mascherina di alluminio completa di un disegno serigrafato dovete inserire le boccole **C-B-E** procedendo come segue:

- Svitate dal loro corpo i due **dadi**, poi sfilate la **rondella plastica**, inserite il **corpo** della boccola nel foro del pannello (vedi fig.470) e dall'interno inserite la **rondella plastica** e fissate il tutto con i due dadi. La **rondella** di plastica serve per tenere **isolato** il metallo della boccola dal metallo del pannello frontale.

Dopo aver fissato le boccole, potete inserire nel pannello lo **strumento** microamperometro fissandolo con i suoi dadi.

Completata questa operazione, prendete lo stampato **LX.5014**, svitate dai tre **deviatori S1-S2-S3** i dadi superiori, poi inserite i loro corpi nei fori presenti sullo stampato (vedi fig.471), quindi fissateli sul pannello con i loro dadi.

A questo punto dovete solo saldare i tre fili sulle boccole **C-B-E** e serrare sotto ai due bulloncini **+/–** dello strumento gli altri due fili (vedi fig.469).
Se invertirete questi due fili, la lancetta dello strumento anzichè deviare verso il **fondo scala** devierà in senso opposto.

Chiuso il mobile, potete iniziare subito a controllare il **guadagno** di tutti i vostri transistor.

Fig.470 Prima di inserire le tre boccole E-B-C nei fori della mascherina, le dovrete smontare inserendo la loro rondella isolante dal retro.

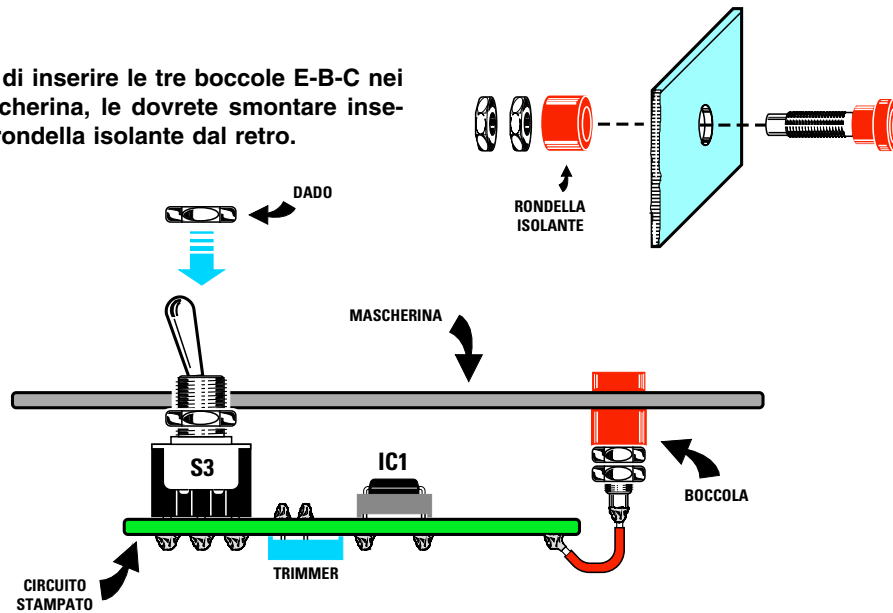



Fig.471 Il circuito stampato verrà bloccato sulla mascherina con i dadi dei deviatori.

COME si USA lo STRUMENTO

Per poter **testare** un qualsiasi transistor dovete necessariamente conoscere la disposizione dei suoi tre terminali **E-B-C** in modo da collegarli **correttamente** ai terminali dello strumento.

Poichè in tutti gli schemi elettrici viene sempre riportata la disposizione dei terminali dei transistor utilizzati **visti da sotto**, non incontrerete nessuna difficoltà ad identificarli e, come potete notare, nell'elenco componenti risulta anche specificato se sono dei **PNP** o degli **NPN**.

Collegati i terminali **E-B-C** ai rispettivi coccodrilli, spostate la leva del deviatore **S2** sulla polarità del transistor sotto **test**, cioè su **PNP** se questo è un **PNP** oppure su **NPN** se questo è un **NPN**.

Spostate la leva del deviatore **S3** sulla portata **x10**.

Consigliamo di partire sempre dalla portata **x10**, perchè se il transistor fosse in **cortocircuito** eviterete di far sbattere la lancetta dello strumento sul fondo scala.

Acceso lo strumento, se constatate che la **Hfe** è minore di **100** potete spostare il deviatore della portata su **x1**.

Poichè la scala dello strumento è graduata da **0** a **100**, sulla portata **x1** leggerete direttamente il valore della **Hfe**, quindi se la lancetta si ferma sul numero **55** il transistor sotto test ha una **Hfe** di **55**.

Sulla seconda portata **x10** dovete moltiplicare per **10** il valore che leggerete sulla scala dello strumento, quindi se la lancetta si ferma sul numero **55** il transistor ha una **Hfe** di **55 x 10 = 550**.

Se il transistor risultasse **difettoso** otterreste queste due condizioni:

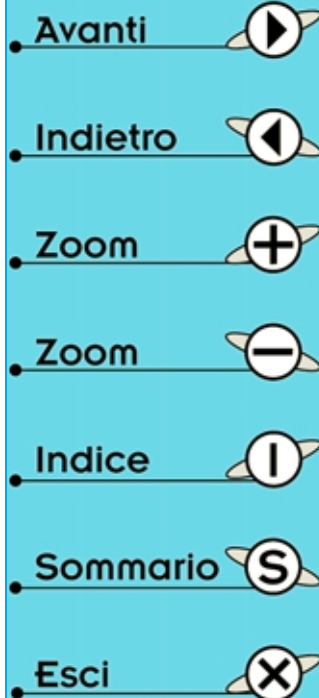
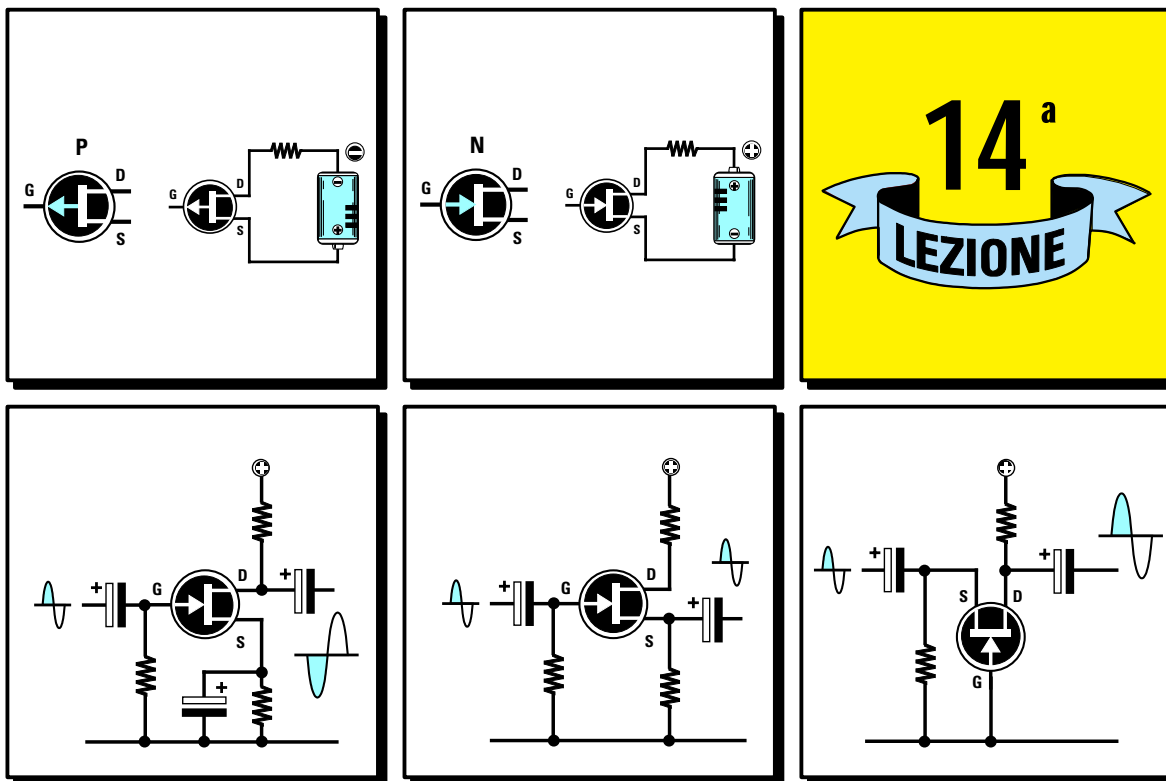
- Se il transistor è **bruciato** la lancetta dello strumento rimane **immobile** sullo **0**.

- Se il transistor è in **cortocircuito** la lancetta dello strumento devia sul **fondo scala** anche sulla portata **x10**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo del kit **LX.5014** completo di **circuito stampato**, di **mobile** con **pannello** serigrafato, di uno **strumento**, dell'integrato **MC.1458** e di tutti i **componenti** richiesti .... L. 73.000

Costo del **solo** stampato **LX.5014** .... L. 5.500

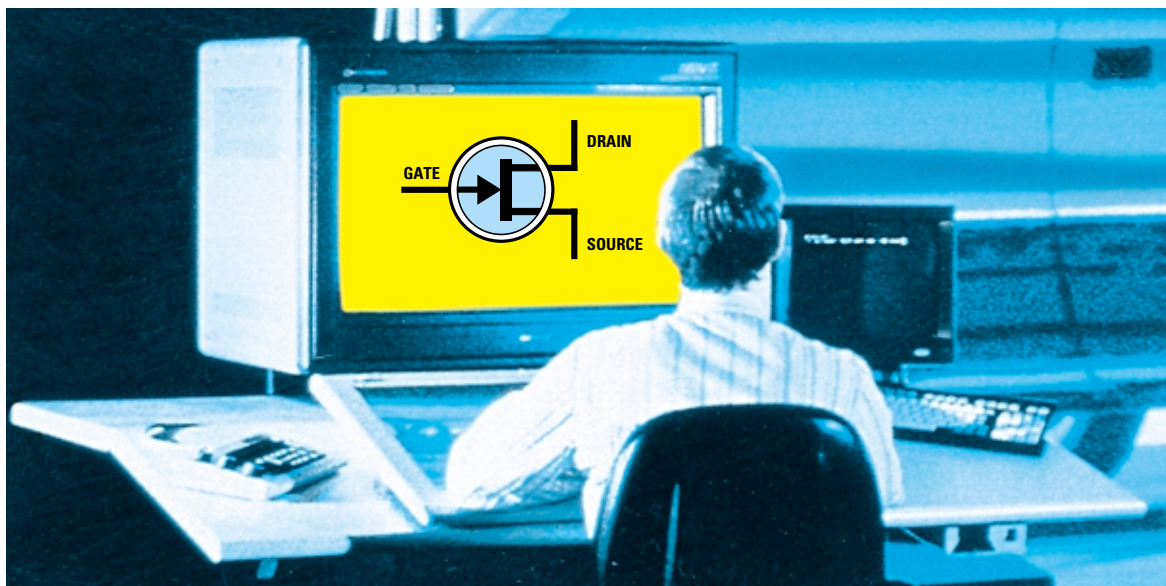
Ai prezzi riportati, già comprensivi di IVA, andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Se nella Lezione precedente vi abbiamo spiegato come funziona un **transistor** e come si calcolano le resistenze da applicare sui suoi terminali chiamati **Base-Emettitore-Collettore**, in questa **14°** Lezione vi spiegheremo cos'è e come funziona un **fet**, un diverso **semiconduttore** utilizzato in campo elettronico per amplificare segnali di **bassa** e di **alta frequenza**.

Come apprenderete, per far funzionare correttamente un **fet** è necessario calcolare il valore di **due** sole **resistenze**, quella che andrà collegata al terminale chiamato **Drain** e quella che andrà collegata al terminale chiamato **Source** e per farlo abbiamo utilizzato poche e semplici **formule** matematiche.

Eseguendo questi calcoli vi accorgerete che i valori delle resistenze che si dovrebbero utilizzare non risultano mai reperibili.
Di questo **non** dovrete però preoccuparvi perchè, se sceglierete un valore **standard prossimo** a quello richiesto, il circuito funzionerà ugualmente senza alcun problema.
Quindi se dai calcoli si ottiene un valore di **1.670 ohm**, si potrà tranquillamente utilizzare una resistenza da **1.500 ohm** oppure da **1.800 ohm**.

Per completare questa Lezione vi presentiamo uno **strumento** idoneo a misurare il valore **Vgs** di un qualsiasi fet e con questo dato calcolare il valore delle due resistenze richieste risulterà molto più semplice e il dato ricavato molto più **preciso**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

CONOSCERE il semiconduttore chiamato FET

Oltre al transistor esiste un altro semiconduttore chiamato **fet**, che può essere utilizzato in elettronica per amplificare sia i segnali di **Bassa Frequenza** che di **Alta Frequenza**.

La sigla **fet** significa **F**ield **E**ffect **T**ransistor.

Questo componente viene comunemente raffigurato negli **schemi elettrici** con il simbolo grafico visibile nelle figg.472-473, cioè con un cerchio dal quale fuoriescono **3 terminali** contrassegnati dalle lettere **G - D - S**:

la lettera **G** significa **Gate**
la lettera **D** significa **Drain**
la lettera **S** significa **Source**

Se in uno schema elettrico accanto ai terminali di questo simbolo non appaiono le tre lettere **G-D-S** ricordatevi quanto segue:

- Il terminale **Gate** si riconosce perchè presenta una **freccia** che parte o si collega al centro di una **barra** verticale. Su questo terminale viene quasi sempre applicato il **segnale** da amplificare.

- Il terminale **Drain** si riconosce perchè risulta rivolto verso l'alto e anche perchè da questo terminale si **preleva** il segnale amplificato.

- Il terminale **Source** si riconosce perchè risulta rivolto verso il basso e normalmente si collega alla **massa** di alimentazione.

In ogni **disegno grafico** è necessario fare molta attenzione alla **freccia** posta sul terminale **Gate**.

Se questa **freccia** è rivolta verso l'**esterno** questo fet è del tipo **P** (vedi fig.472).

Se questa **freccia** è rivolta verso l'**interno** questo fet è del tipo **N** (vedi fig.473).

Facciamo presente che il **90%** dei **fet** sono a canale **N**. La differenza che esiste tra un **P** ed un **N** riguarda solo la **polarità** di alimentazione.

Nei fet a canale **P** il terminale **Drain** risulta sempre collegato al **negativo** di alimentazione e il terminale **Source** al **positivo** (vedi fig.472).

Nei fet a canale **N** il terminale **Drain** risulta sempre collegato al **positivo** di alimentazione e il terminale **Source** al **negativo** (vedi fig.473).

I TERMINALI S-G-D

I tre terminali **S-G-D** che fuoriescono dal **corpo** di un **fet** possono essere disposti in modo diverso in funzione della loro **sigla** e della Casa Costruttrice.

In ogni schema elettrico dovrebbe sempre essere riportata la **zoccolatura** dei **fet** utilizzati visti dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal loro corpo (vedi figg.474-475).

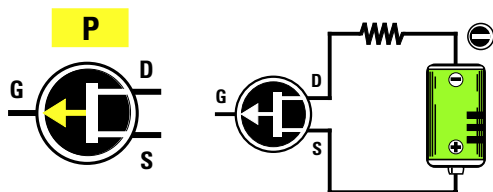



Fig.472 I Fet di canale P si riconoscono perchè la linea che parte dal terminale Gate ha una freccia rivolta verso l'esterno.
In questi Fet il terminale Drain va collegato al Negativo di alimentazione e il terminale Source va collegato al Positivo.

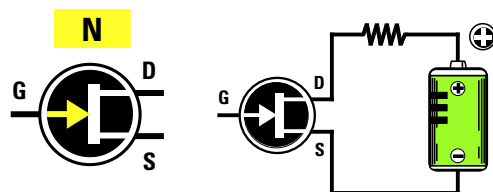



Fig.473 I Fet di canale N si riconoscono perchè la linea che parte dal terminale Gate ha una freccia rivolta verso l'interno.
In questi Fet il terminale Drain va collegato al Positivo di alimentazione e il terminale Source va collegato al Negativo.

Per AMPLIFICARE un segnale

Il segnale da **amplificare** viene quasi sempre applicato sul terminale **Gate** e per farvi capire come questo terminale riesca a **controllare** il movimento degli **elettroni** paragoniamo il **fet** ad un **rubinetto** idraulico.

Come già spiegato a proposito dei **transistor**, per lasciare passare un flusso d'acqua di **media intensità** dovremo posizionare il rubinetto a **metà corsa**.

Nel **rubinetto** che simula il **fet** la **leva** di apertura e di chiusura anzichè risultare fissata sulla parte **anteriore**, come avviene in tutti i rubinetti, risulta fissata sul lato **posteriore** (vedi fig.476).

Quindi se spostiamo questa **leva** verso l'**alto** il flusso dell'acqua **cesserà**, se invece la spostiamo verso il **basso** il flusso dell'acqua raggiungerà la sua **massima** intensità (vedi figg.476-477).

Per amplificare un segnale questa **leva** dovrà sempre risultare posizionata a **metà corsa**, perchè soltanto in questa posizione l'acqua fuoriuscirà con un flusso di **media intensità**.

Se in queste condizioni spostiamo la leva verso il **basso** il flusso dell'acqua **aumenterà**, se la spostiamo verso l'**alto** il flusso dell'acqua **cesserà**.

Detto questo, appare evidente che il terminale **Gate** di un **fet** funziona in senso **inverso** al terminale **Base** di un **transistor** tipo **NPN**.

Infatti se sulla **Base** di un **transistor** si applica una tensione di **0 volt** questo **non conduce**, cioè non lascia passare nessun **elettrone**.
Per farlo **condurre** occorre applicare sulla sua **Base** una tensione **positiva** come abbiamo spiegato nella **Lezione 13°**.

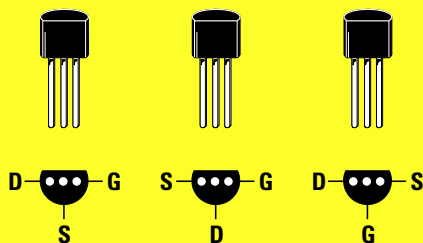



Fig.474 I tre terminali che fuoriescono dal corpo di un Fet transistor possono essere disposti D.S.G oppure S.D.G o D.G.S.

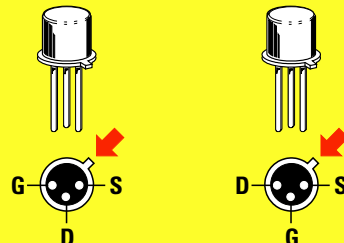



Fig.475 Per individuare i tre terminali si prende come riferimento la forma a mezzaluna (fig.474) o la tacca metallica.

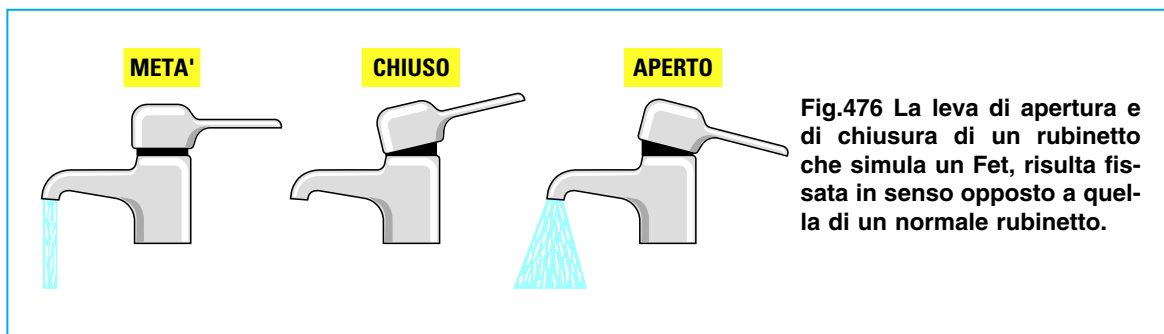



Fig.476 La leva di apertura e di chiusura di un rubinetto che simula un Fet, risulta fissata in senso opposto a quella di un normale rubinetto.

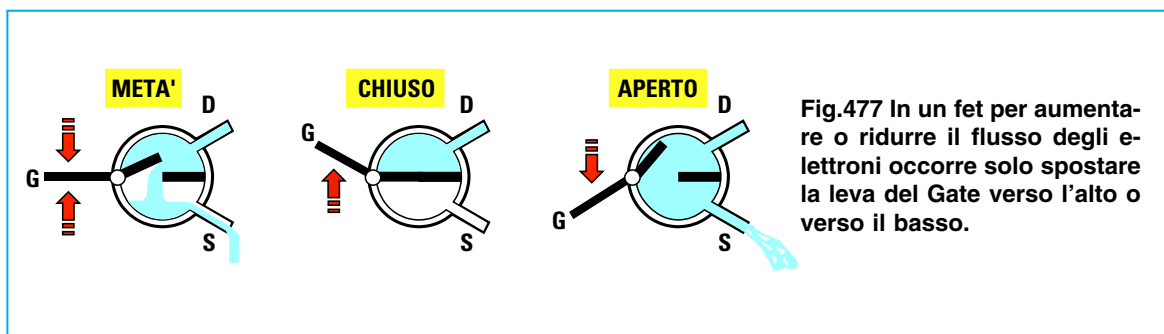



Fig.477 In un fet per aumentare o ridurre il flusso degli elettroni occorre solo spostare la leva del Gate verso l'alto o verso il basso.

Se sul **Gate** di un **fet** si applica una tensione di **0 volt**, questo lascerà passare il **massimo** degli **elettroni**. Per **non** farlo **condurre** dovremo applicare sul **Gate** una tensione **negativa**, cioè di polarità **opposta** rispetto a quella richiesta da un transistor **NPN**.

Per farvi comprendere perchè sul **Gate** di un **fet** occorre applicare una **tensione negativa**, useremo la solita **leva** meccanica con un **fulcro** posto fuori centro come illustrato in fig.478.

Il lato più **corto** lo chiamiamo **Gate** ed il lato più **lungo** lo chiamiamo **Drain**.

Poichè sul lato del **Gate** è presente un **grosso peso**, questo lato appoggerà sul terreno facendo sollevare il **Drain** verso l'**alto** (vedi fig.478).

Se ora proviamo a sollevare il lato più **corto** verso l'**alto** la parte opposta si **abbasserà** (vedi fig.479), ma se proviamo a muovere il lato **corto** verso il **basso** questo non potrà scendere perchè già appoggia sul terreno (vedi fig.480).

Per permettere al **Gate** di muoversi sia verso l'**alto** che verso il **basso** dobbiamo necessariamente collocare questa leva in posizione **orizzontale**, spostando il **peso** verso il suo **fulcro** come abbiamo illustrato in fig.481.

Per spostare questo ipotetico **peso** è sufficiente applicare sul **Gate** una **tensione negativa**.

Ottenuta questa posizione **orizzontale**, quando sul **Gate** giungerà un segnale di polarità **negativa**, questo lato si **alzerà** (vedi fig.482) e, conseguentemente, l'estremità **Drain** si **abbasserà**.

Quando sul **Gate** giungerà un segnale di polarità **positiva** questo lato si **abbasserà** (vedi fig.483) e, ovviamente, l'estremità **Drain** si **alzerà**.

Dobbiamo far presente che è possibile portare questa leva in posizione perfettamente **orizzontale** solo quando la tensione **negativa** applicata sul **Gate** provvederà a far **scendere** la tensione sul terminale **Drain** su un valore pari alla **metà** del valore **Vcc** di alimentazione.

Quindi se alimentiamo un **fet** con una tensione di **15 volt**, dovremo applicare sul **Gate** una **tensione negativa** in grado di far scendere la tensione di **Drain** da **15 volt** a **7,5 volt**.

Se alimentiamo il **fet** con una tensione di **20 volt**, dovremo applicare sul **Gate** una **tensione negativa** in grado di far scendere la tensione di **Drain** da **20 volt** a **10 volt**.

Occorre far presente che la tensione di alimentazione **Vcc** di un fet **non** va mai misurata tra il **positivo** e la **massa**, ma sempre tra il **positivo** ed il terminale **Source** (vedi fig.484), quindi la **metà** tensione di alimentazione è quella che viene rilevata tra i due terminali **Drain** e **Source** (vedi fig.485).

Pertanto, se la tensione **Vcc** che applichiamo tra il

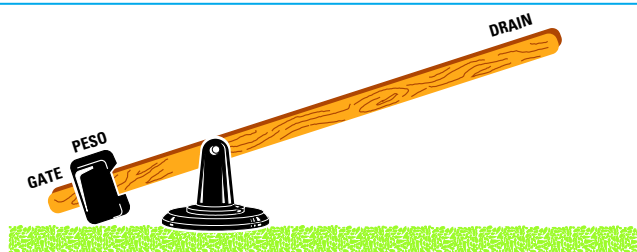



Fig.478 Per capire come funziona un Fet possiamo prendere come esempio una normale leva meccanica. Poichè sul lato corto di Gate è presente un grosso peso, il lato opposto Drain si troverà sollevato.

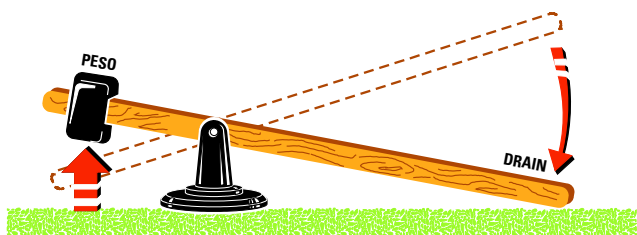



Fig.479 Se spingiamo verso l'alto il Gate, la parte opposta di Drain si abbasserà fino ad appoggiarsi sul terreno. La differenza di spostamento tra Gate e Drain può essere paragonata all'amplificazione.

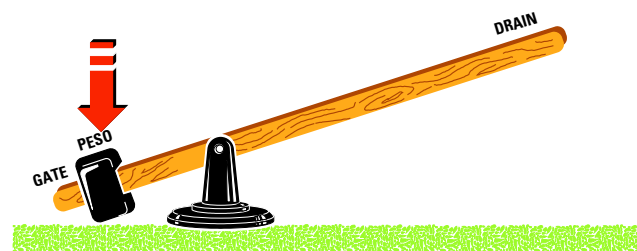



Fig.480 Se spingiamo verso il basso il lato Gate, questo non potrà scendere perchè già appoggia sul terreno. Per poterlo spostare verso il basso, la leva dovrebbe trovarsi a "metà" altezza (vedi fig.481).

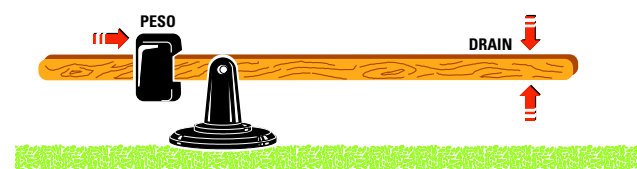



Fig.481 Per portare la leva in posizione orizzontale occorre spostare il peso di Gate più verso il suo fulcro e questo spostamento si ottiene applicando sul terminale Gate una tensione "negativa".

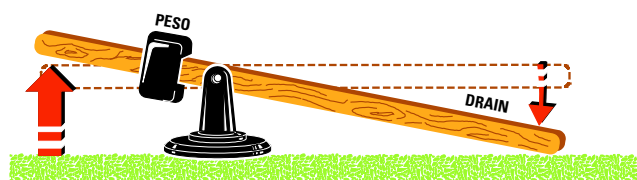



Fig.482 Posta questa leva in posizione orizzontale, se proveremo a spingere verso l'alto il terminale Gate è ovvio che il lato opposto di Drain scenderà fino a quando non arriverà a toccare il terreno.

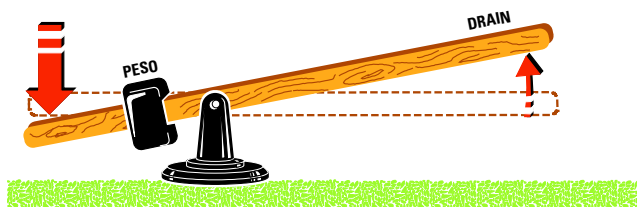
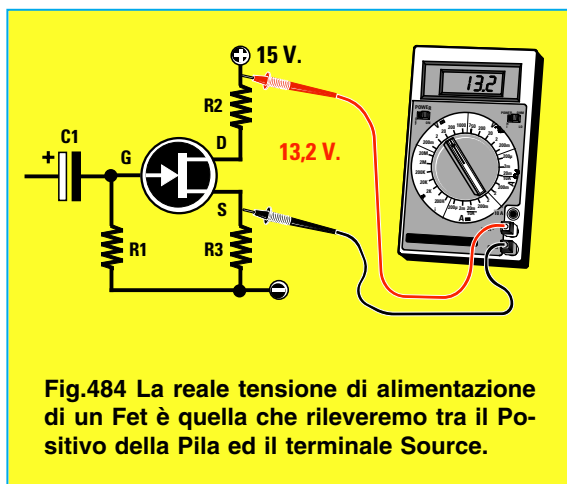



Fig.483 Se dalla posizione orizzontale spingeremo verso il basso il Gate la parte opposta di Drain si solleverà. L'onda sinusoidale che applicheremo sul Gate sposterà questa leva in alto o in basso.

Fig.484 La reale tensione di alimentazione di un Fet è quella che rileveremo tra il Positivo della Pila ed il terminale Source.

Fig.485 Il Fet risulterà perfettamente polarizzato quando sui due terminali D-S rileveremo metà tensione (vedi fig.484).

Drain e la **massa** risulta di **15 volt**, ma ai capi della resistenza **R3** collegata tra il **Source** e la **massa** è presente una tensione di **1,8 volt**, dovremo **sottrarre** questo valore ai **15 volt**.
Il **Drain** del fet non risulterà perciò alimentato con **15 volt**, ma con una tensione di:

15 - 1,8 = 13,2 volt

Infatti se misuriamo la tensione presente tra il **positivo** di alimentazione ed il terminale **Source** leggeremo esattamente **13,2 volt** (vedi fig.484).

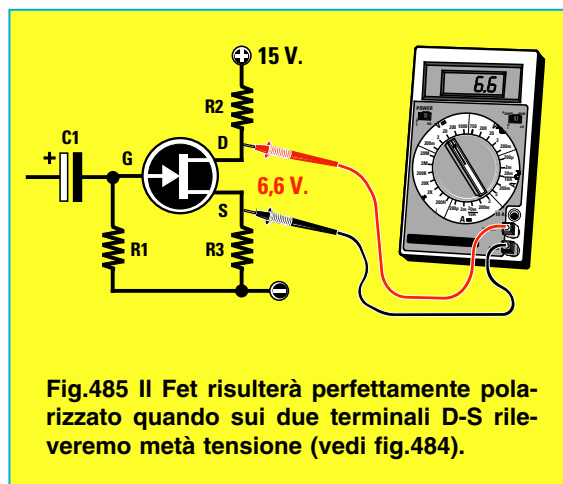
Quindi per sollevare il lato del **Drain** a **metà corsa**, non dovremo rilevare tra questo terminale e il suo **Source** una tensione di **15 : 2 = 7,5 volt** bensì di:

(15 - 1,8) : 2 = 6,6 volt (vedi fig.485)

Poichè il valore della tensione **Drain/Source** è identico a quello che viene rilevato ai capi della resistenza **R2**, spesso viene indicato **VR2**.
Per farvi capire perchè sul terminale **Drain** deve risultare presente un valore di tensione pari alla **metà** della **Vcc**, prendiamo un foglio a **quadretti** e tracciamo su questo una linea in **basso** per indicare il **Source** ed una seconda linea in **alto** per indicare il valore **Vcc** (vedi fig.486).

Se la tensione che rileviamo tra il **positivo** della **pila** e il terminale **Source** del fet è di **13,2 volt** (vedi fig.484), tracceremo sulla carta a quadretti due **linee** distanziate di **13,2 quadretti**.

Sullo stesso foglio tracceremo una **terza** linea in corrispondenza dei **6,6 volt** (vedi fig.486), che dovrebbe corrispondere al valore di tensione presente sul terminale **Drain**.

Ammesso che il **fet** amplifichi un segnale di **12 volte**, quando sul **Gate** applichiamo un segnale **sinusoidale** di **1 volt picco/picco**, cioè composto da una **semionda positiva** di **0,5 volt** e da una **semionda negativa** di **0,5 volt** (vedi fig.486), sul **Drain** otterremo una **sinusoide** che raggiungerà un valore massimo di **12 volt picco/picco**, ma invertita di **polarità**.

Per capire il motivo di questa **inversione** di polarità della **sinusoide** basta osservare i disegni delle figg.482-483; infatti se spingiamo il **Gate** verso l'**alto**, il **Drain** si **abbassa**, mentre se spingiamo il **Gate** verso il **basso**, il **Drain** si **solleva**.

Quindi la **semionda positiva** di **0,5 volt** amplificata di **12 volte** la ritroveremo sul **Drain** con una polarità **negativa** che raggiungerà un'ampiezza massima di:

0,5 x 12 = 6 volt

Poichè sul **Drain** è presente una tensione di **6,6 volt** (vedi fig.486), la semionda **negativa** applicata sul **Gate** assumerà un valore di:

6,6 - 6 = 0,6 volt positivi rispetto alla **massa**

La **semionda negativa** di **0,5 volt** amplificata di **12 volte** la ritroveremo sul **Drain** con una polarità **positiva** che raggiungerà un'ampiezza di:

0,5 x 12 = 6 volt

Poichè sul **Drain** è presente una tensione di **6,6 volt**, la semionda **negativa** applicata sul **Gate** assumerà un valore di:

6,6 + 6 = 12,6 volt positivi rispetto alla **massa**

Quindi, come abbiamo illustrato in fig.486, la nostra sinusoide rimarrà all'**interno** del tracciato.

Se sull'ingresso **Gate** applichiamo un segnale di ampiezza pari a **1,4 volt picco/picco**, cioè composto da una semionda **positiva** di **0,7 volt** e da una semionda **negativa** di **0,7 volt**, e lo amplifichiamo **12 volte**, sul **Drain** si dovrebbero prelevare in **teoria**:

0,7 volt x 12 = 8,4 volt negativi

Poichè queste due tensioni superano i **6,6 volt** presenti sul **Drain**, il segnale amplificato dovrebbe in **teoria** venire brutalmente **tosato** sulle due estremità come avveniva per i transistor, invece i **fet** provvederanno a correggere questo **eccesso** di segnale cercando di **arrotondare** nel limite del possibile le due estremità (vedi fig.487).

Quindi preamplificando un segnale in modo esagerato, il nostro orecchio non avvertirà con i **fet** quella **distorsione** che può percepire invece con i **transistor**, perchè il segnale rimarrà molto simile ad un'onda sinusoidale.

Occorre tenere presente che, a causa delle **tolleranze** delle **resistenze**, difficilmente si riesce ad ottenere tra i due terminali **Drain - Source** una tensione pari alla **metà** della **Vcc**; quindi per evitare che le due estremità della **sinusoide** subiscano delle **deformazioni** potremo adottare una di queste tre soluzioni:

1° soluzione = Applicare sul **Gate** dei segnali di ampiezza **minore** rispetto al **massimo** consentito. Quindi, anzichè applicare sull'ingresso dei segnali da **1 volt picco/picco** dovremo limitarci a soli **0,8 volt picco/picco**, cioè a segnali composti da una semionda **positiva** e da una **negativa** di **0,4 volt.**

In tal modo anche se sul **Drain** fosse presente una tensione di **8 volt** anzichè di **6,6 volt**, il segnale rimarrebbe sempre all'interno del tracciato, anche se la semionda **positiva** raggiungerà il limite massimo superiore (vedi fig.488).

Infatti, amplificando la semionda **negativa** di **12 volte**, sul **Drain** otteniamo una semionda **positiva** che assumerà un valore di:

0,4 x 12 = 4,8 volt positivi

Sommando questi **4,8 volt** alla tensione degli **8 volt** presenti sul **Drain** otterremo:

8 + 4,8 = 12,8 volt positivi rispetto al **Source**

Fig.486 Se sul Drain di un fet è presente "metà" tensione Vcc (vedi fig.485) potremo amplificare di 12 volte un segnale sinusoidale composto da una semionda positiva e da una semionda negativa di 0,5 volt.

Fig.487 Se amplifichiamo di 12 volte un segnale sinusoidale composto da una semionda positiva ed una negativa di 0,7 volt, il segnale amplificato, superando le linee del tracciato, subirà una leggera distorsione.

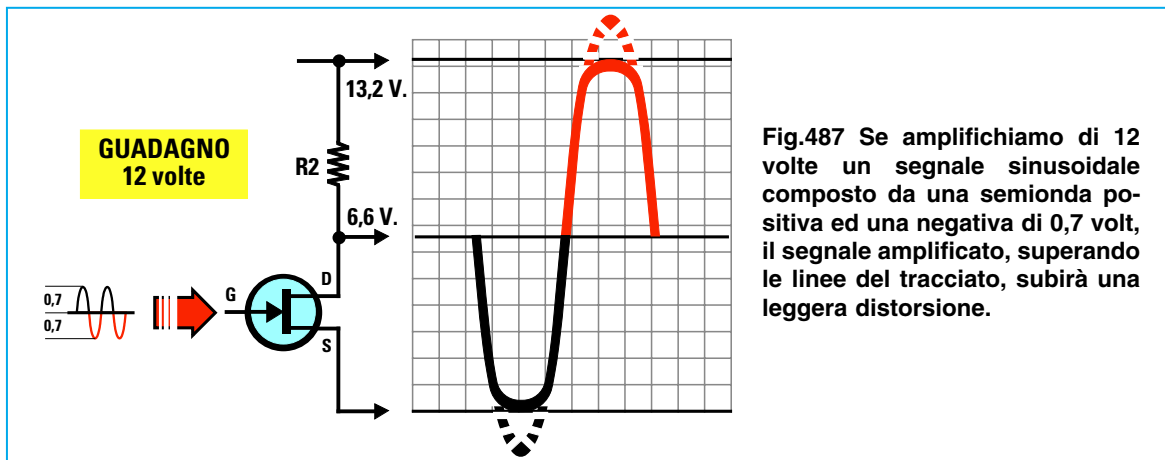
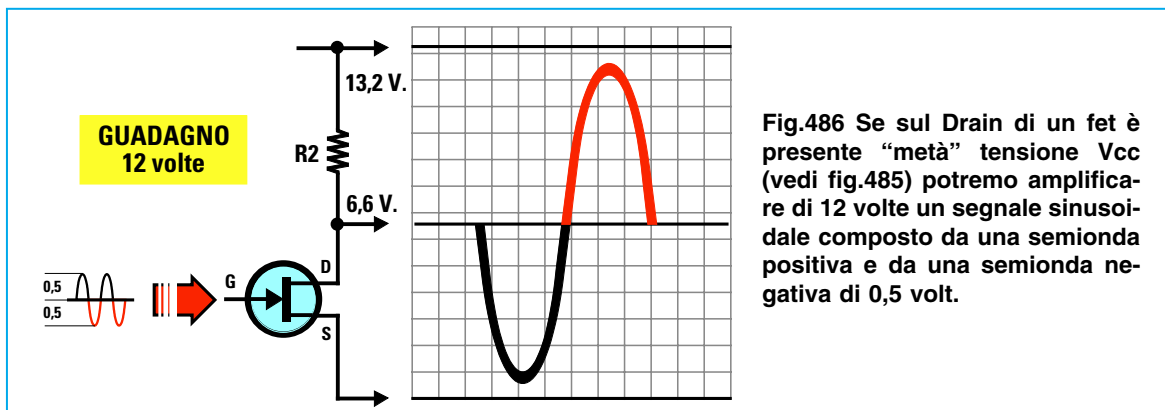
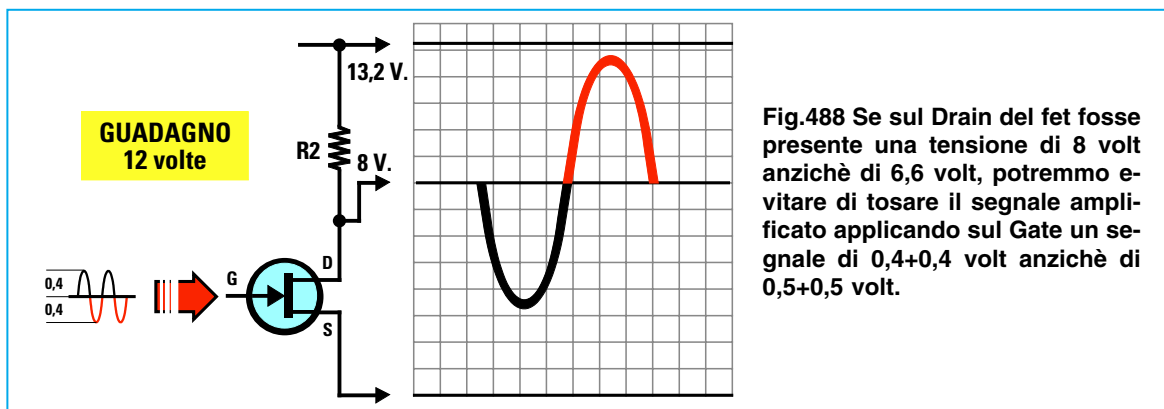



Fig.488 Se sul Drain del fet fosse presente una tensione di 8 volt anzichè di 6,6 volt, potremmo evitare di tosare il segnale amplificato applicando sul Gate un segnale di 0,4+0,4 volt anzichè di 0,5+0,5 volt.

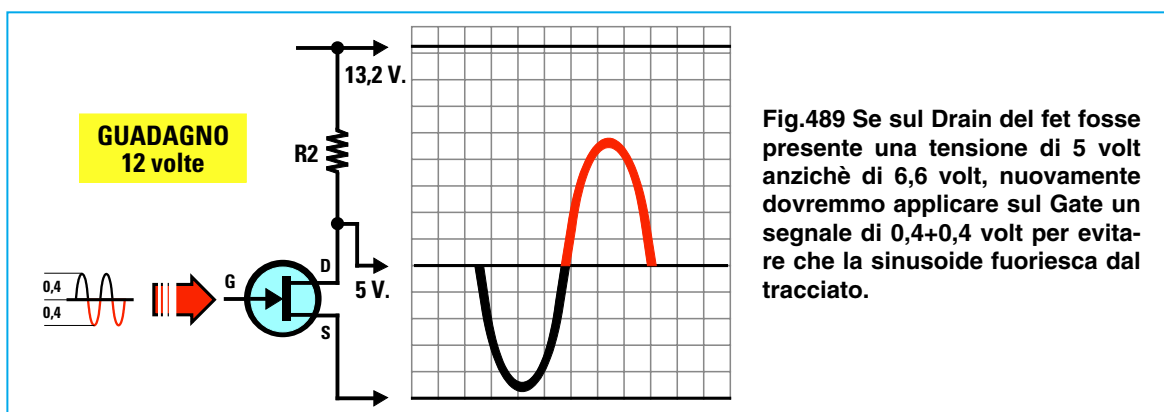



Fig.489 Se sul Drain del fet fosse presente una tensione di 5 volt anzichè di 6,6 volt, nuovamente dovremmo applicare sul Gate un segnale di 0,4+0,4 volt per evitare che la sinusoide fuoriesca dal tracciato.

quindi non superiamo il valore della tensione di alimentazione che risulta di **13,2 volt** come evidenziato in fig.488.

Amplificando la semionda **positiva** di **12 volte**, sul **Drain** otteniamo una semionda **negativa** che assumerà un valore di:

0,4 x 12 = 4,8 volt negativi

Sottraendo questi **4,8 volt** alla tensione **positiva** presente sul **Drain** otterremo:

8 - 4,8 = 3,2 volt positivi rispetto al **Source**

Se sul **Drain** fossero presenti **5 volt** (vedi fig.489) anzichè **6,6 volt**, anche in questo caso il segnale rimarrebbe sempre all'interno del suo tracciato.
Infatti amplificando la semionda **negativa** di **12 volte**, sul **Drain** otteniamo una semionda **positiva** che assumerà un valore di:

0,4 x 12 = 4,8 volt positivi

Sommando questi **4,8 volt** alla tensione dei **5 volt** presente sul **Drain** otterremo:

4,8 + 5 = 9,8 volt positivi rispetto al **Source**

Amplificando la semionda **positiva** di **12 volte**, sul **Drain** otteniamo una semionda **negativa** che assumerà un valore di:

0,4 x 12 = 4,8 volt negativi

Sottraendo questi **4,8 volt** alla tensione **positiva** presente sul **Drain** otterremo:

5 - 4,8 = 0,2 volt positivi rispetto al **Source**

Quindi il segnale rimarrà sempre all'interno del tracciato, anche se la semionda **negativa** raggiungerà un limite di **0,2 volt** (vedi fig.489).

2° soluzione = Se il segnale da applicare sul **Gate** non può scendere sotto a **1 volt picco/picco**, dovremo ridurre il **guadagno** del **fet** da **12 volte** a circa **6 volte** (vedi fig.490).
Ammesso che il segnale sull'**ingresso** raggiunga dei picchi di **1,4 volt**, se moltiplichiamo il valore delle due **semionde** di **0,7 volt** per **6** otterremo:

0,7 volt x 6 = 4,2 volt positivi
0,7 volt x 6 = 4,2 volt negativi

Quindi anche se sul **Drain** fosse presente una ten-

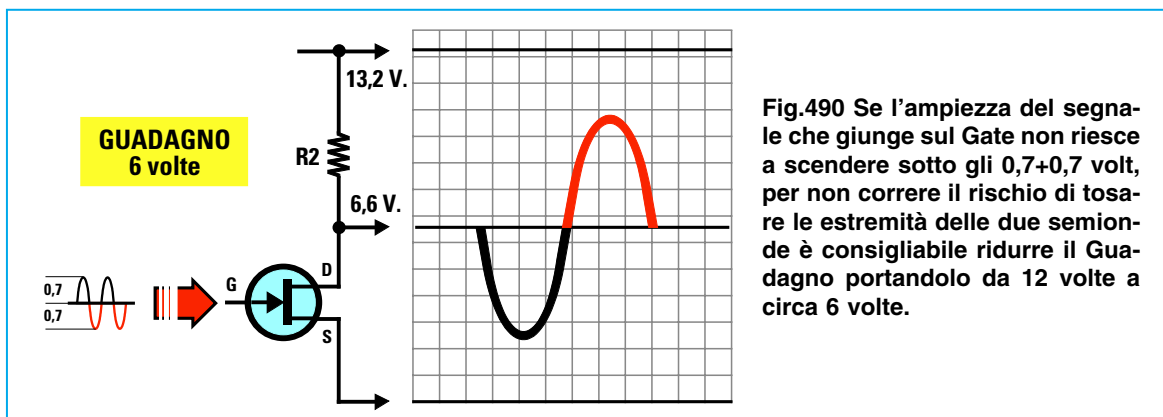



Fig.490 Se l'ampiezza del segnale che giunge sul Gate non riesce a scendere sotto gli 0,7+0,7 volt, per non correre il rischio di tosare le estremità delle due semionde è consigliabile ridurre il Guadagno portandolo da 12 volte a circa 6 volte.

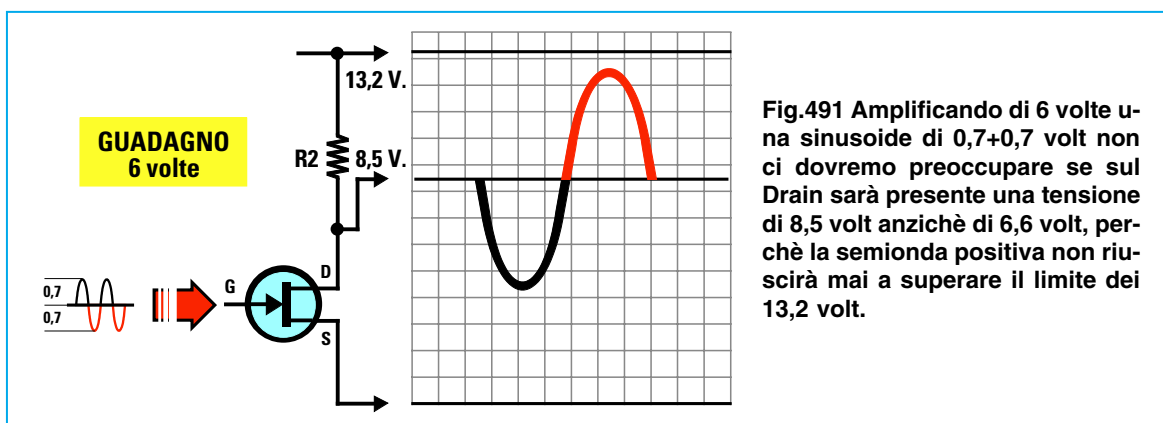



Fig.491 Amplificando di 6 volte una sinusoide di 0,7+0,7 volt non ci dovremo preoccupare se sul Drain sarà presente una tensione di 8,5 volt anzichè di 6,6 volt, perchè la semionda positiva non riuscirà mai a superare il limite dei 13,2 volt.

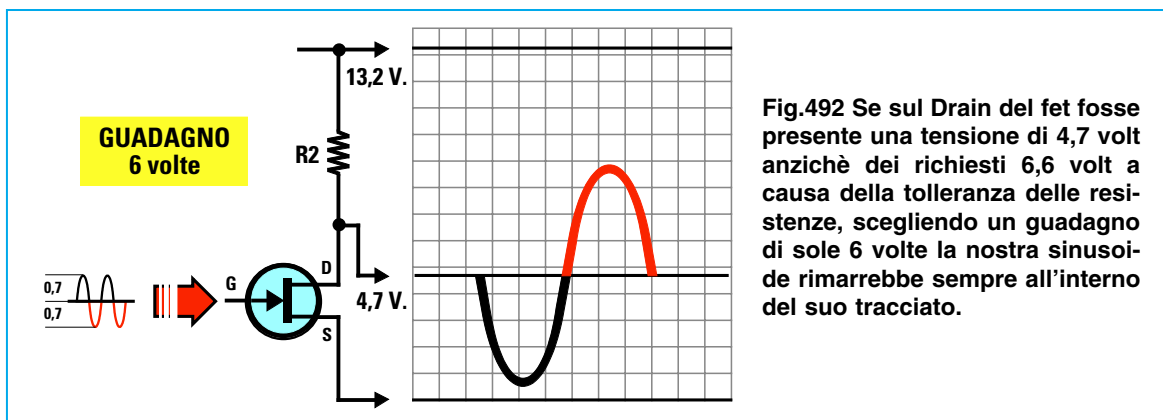



Fig.492 Se sul Drain del fet fosse presente una tensione di 4,7 volt anzichè dei richiesti 6,6 volt a causa della tolleranza delle resistenze, scegliendo un guadagno di sole 6 volte la nostra sinusoide rimarrebbe sempre all'interno del suo tracciato.

sione di **8,5 volt** (vedi fig.491) la nostra **sinusoide** rimarrebbe sempre all'interno del tracciato, perchè il **massimo** picco superiore che può raggiungere la semionda **positiva** sarà di:

8,5 + 4,2 = 12,7 volt rispetto al **Source**

e il **minimo** picco che può raggiungere la semionda **negativa** risulterà di:

8,5 - 4,2 = 4,3 volt rispetto al **Source**

Se sul **Drain** fosse presente una tensione di **4,7 volt** (vedi fig.492), anche in questo caso la nostra **sinusoide** rimarrebbe all'interno del tracciato perchè il **massimo** picco superiore che potrà raggiungere la semionda **positiva** sarà di:

4,7 + 4,2 = 8,9 volt rispetto al **Source**

e il **minimo** picco che potrà raggiungere la semionda **negativa** risulterà di:

4,7 - 4,2 = 0,5 volt rispetto al **Source**

Fig.493 Se l'ampiezza del segnale che giunge sul Gate risulta elevata, come ultima soluzione potremo aumentare la tensione di alimentazione da 15 a 20 volt. Ai 20 volt Vcc va sempre sottratta la tensione presente tra Source e massa.

Fig.494 Sottraendo ai 20 volt i 2 volt presenti tra Source e massa otterremo 18 volt, quindi sul Drain dovremo ritrovarci 9 volt. Anche se fossero presenti 10 volt anzichè 9 volt il segnale amplificato non riuscirebbe a fuoriuscire dal suo tracciato.

Fig.495 Se sul Drain del fet fosse presente una tensione di 8 volt anzichè dei richiesti 9 volt (vedi fig.493) a causa della tolleranza delle resistenze, la nostra sinusoide amplificata non verrebbe tosata nè sulla semionda superiore nè su quella inferiore.

3° soluzione = Come ultima soluzione potremo **aumentare** la tensione di alimentazione portandola dagli attuali **15 volt** a **20 volt**.
Ammesso che tra il terminale **Source** e la **massa** sia presente una tensione di **2 volt**, dovremo sottrarre questa tensione ai **20 volt** di alimentazione.
Tra i due terminali **Drain** e **Source** ci ritroveremo pertanto una tensione di:

20 - 2 = 18 volt Vcc

Con una **Vcc** di **18 volt** potremo quindi tranquillamente applicare sul **Gate** un segnale di **1,4 volt picco/picco** ed amplificarlo di **10 volte** (vedi fig.493) senza correre il rischio di superare il valore di alimentazione che risulta di **18 volt**, infatti:

1,4 x 10 = 14 volt

Quindi anche se sul **Drain** fosse presente una tensione di **10 volt** (vedi fig.494) oppure di **8 volt** (ve-

di fig.495), la nostra **sinusoide** rimarrebbe sempre all'interno del tracciato.

LE CARATTERISTICHE di un FET

Difficilmente un principiante riuscirà a reperire tutti i **manuali** con le caratteristiche dei **fet**, ma ammesso che li trovi, scoprirà che questi sono scritti in **inglese** e in nessuno viene spiegato come procedere per ricavare i valori delle resistenze **R2-R3**.

Disponendo di **poche caratteristiche** è possibile calcolare con una **buona approssimazione** i valori delle due resistenze di **Drain** e **Source** come ora vi insegneremo.

Ammettiamo di reperire in un **manuale** queste sole caratteristiche:

Vds = 30 volt max
Ids = 25 mA max
Vgs/off = 4 volt
Yfs = 6 millisiemens

Prima di proseguire sarà utile spiegare il significato di queste **sigle** ancora per voi sconosciute:

Vds = indica la **massima** tensione che possiamo applicare tra i due terminali **Drain** e **Source**.

Ids = indica la **massima** corrente che possiamo far scorrere sul **Drain**.

Vgs/off = indica la **massima** tensione **negativa** da applicare sul terminale **Gate** per portare il **fet** in interdizione, cioè per impedire il passaggio degli **elettroni** tra i due terminali **Drain** e **Source** come visibile nelle figg.476-477 (interruttore **chiuso**).

Nel nostro esempio se sul **Gate** di questo **fet** applichiamo una tensione **negativa** di **4 volt** questo fet **non condurrà più**.

Per amplificare un segnale la tensione **Vgs/off** non dovrà mai raggiungere questo massimo valore **negativo** riportato nei manuali.

Vgs = indica il valore della **tensione** di polarizzazione di **Gate**. Questo valore viene fornito dallo strumento presentato in questa Lezione.

Yfs = indica il valore della **transconduttanza** espressa in **millimho** (abbreviato **mmho**) equivalenti ai **millisiemens** (abbreviato **ms**).

Questa **Yfs** serve per calcolare il **guadagno** del **fet** conoscendo il valore ohmico delle resistenze **R2-R3** applicate sul **Drain** e sul **Source**.

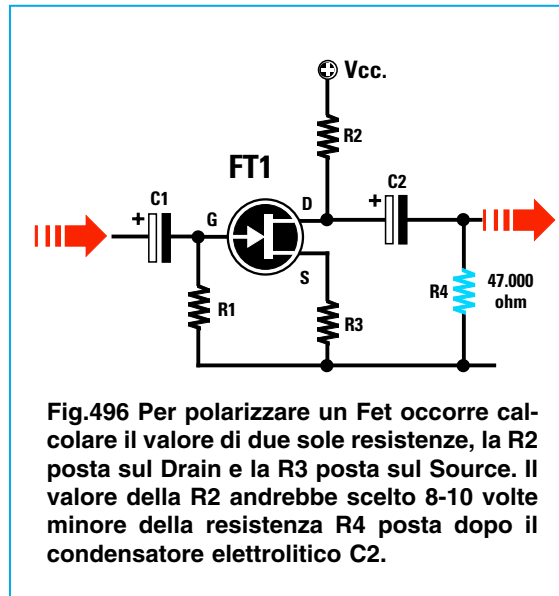



Fig.496 Per polarizzare un Fet occorre calcolare il valore di due sole resistenze, la R2 posta sul Drain e la R3 posta sul Source. Il valore della R2 andrebbe scelto 8-10 volte minore della resistenza R4 posta dopo il condensatore elettrolitico C2.

LE RESISTENZE di DRAIN e SOURCE

A differenza dei **transistor**, per polarizzare la **Base** dei quali occorreva calcolare il valore di **quattro** resistenze (vedi **Lezione N.13**) in modo da ottenere sul terminale **Collettore** un valore di tensione pari alla **metà** di quello di alimentazione, in un **fet** per ottenere questa stessa condizione occorre calcolare il valore di **due** sole resistenze, vale a dire la **R2** applicata sul terminale **Drain** e la **R3** applicata sul terminale **Source** (vedi fig 496).

Per ricavare il valore di queste **due** resistenze occorre solo conoscere questi **quattro** dati:

Vcc = **volt** di alimentazione del fet
VR2 = **volt** presenti ai capi della **R2** di **Drain**
Ids = **corrente** da far scorrere nel **fet**
Vgs = **volt negativi** sul **Gate**

Nota = In molti manuali viene indicato per **errore** il valore **Vgs** che in pratica è invece il valore **Vgs/off** e questo può trarre in inganno non solo un principiante, ma anche un tecnico esperto.

CALCOLARE il valore della VR2

Ammesso di alimentare il **fet** con una tensione **Vcc** di **15 volt**, dovremo innanzitutto calcolare il valore della tensione **VR2**, cioè quella che dovrebbe in **teoria** risultare presente ai capi della resistenza **R2** collegata al **Drain**, utilizzando la formula:

VR2 = (Vcc - Vgs) : 2

Poichè in molti **manuali** viene riportato il solo va-

lore della tensione **Vgs/off** e non quello della **Vgs**, un sistema sufficientemente valido per ricavare il valore della **Vgs** potrebbe essere quello di dividere il valore della **Vgs/off** per **2**.

Se nel **manuale** per il **fet** in vostro possesso è indicato un valore di **Vgs/off** pari a **4 volt**, possiamo prendere come **Vgs** una tensione di **4 : 2 = 2 volt**.

Inserendo questi dati nella formula sopra riportata otterremo:

(15 - 2) : 2 = 6,5 volt ai capi della **R2**

Quindi, alimentando il **fet** con una tensione di **15 volt**, ai capi della resistenza **R2** dovremmo ottenere in **teoria** una tensione di **6,5 volt**.

Dobbiamo far presente che il valore di **tensione** che otterremo ai capi della resistenza **R2** è identica al valore **Vds**, cioè ai **volt** che leggeremo tra i due terminali **Drain/Source**.

CALCOLARE il valore della R2 di Drain

Conoscendo il valore delle **VR2** potremo calcolare il valore **ohmico** di questa **resistenza R2** utilizzando la formula:

R2 ohm = (VR2 : Ids) x 1.000

Come **Ids** non dovremo mai prendere il valore **massimo** riportato nei manuali, che nel nostro esempio sarebbe **Ids = 25 mA**, ma un valore notevolmente **minore**.

Poichè in nessun manuale viene indicato il valore **Ids** di **lavoro**, consigliamo di usare per tutti i **fet** questi valori di **corrente**:

- **4 mA circa**, se volete un **basso guadagno** o per amplificare **segnali** che hanno delle ampiezze molte elevate che superano il **volt**.

- **1 mA circa**, se volete un **elevato guadagno** o per amplificare dei **segnali** che hanno delle ampiezze di pochi **millivolt**.

Ammesso di voler amplificare dei segnali di **pochi millivolt** potremo scegliere per la **Ids** un valore di **1 milliamper**, quindi per **R2** dovremo utilizzare un valore di:

(6,5 : 1) x 1.000 = 6.500 ohm

Poichè questo valore non risulta **standard**, saremo costretti ad utilizzare per la **R2** un valore di **5.600 ohm** oppure di **6.800 ohm**.

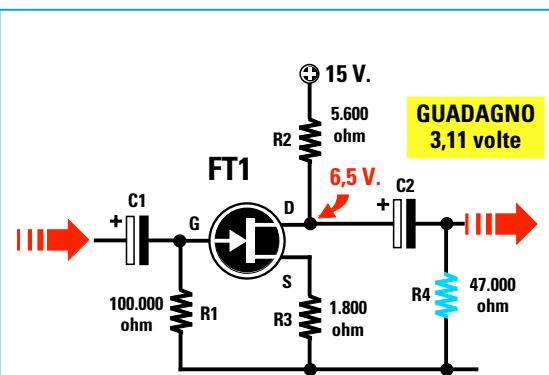



Fig.497 Scegliendo per la R2 un valore di 5.600 ohm e per la R3 un valore di 1.800 ohm, questo fet amplificherà i segnali applicati sul Gate di circa 3,11 volte.

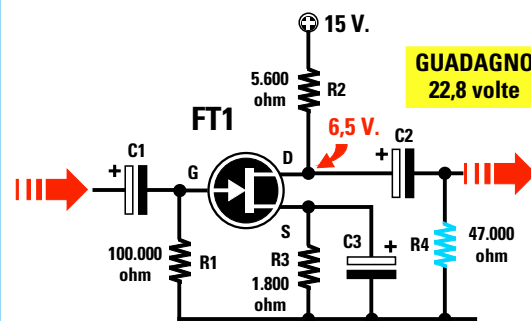



Fig.498 Se in parallelo alla resistenza R3 applicheremo un condensatore elettrolitico (vedi nello schema C3) il guadagno da 3,11 volte salirà a 22,8 volte.

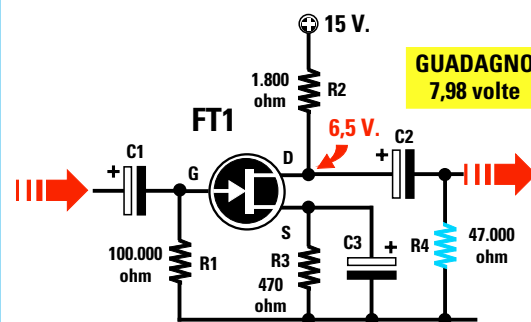



Fig.499 Per realizzare uno stadio in grado di amplificare dei segnali di ampiezza elevata sarà sufficiente ridurre il valore delle due sole resistenze R2-R3.

CALCOLARE il valore della R3 di Source

Per calcolare il valore della resistenza **R3** dovremo usare questa formula:

R3 in ohm = (Vgs : Ids) x 1.000

Avendo assegnato alla **Vgs** un valore di **2 volt** e sapendo che la **Ids** risulta di **1 mA**, per la resistenza **R3** dovremo scegliere un valore di:

(2 : 1) x 1.000 = 2.000 ohm

Poichè anche questo valore non rientra in quelli **standard**, saremo costretti ad usare per la **R3** un valore di **1.800 ohm** oppure di **2.200 ohm**.

IL VALORE della resistenza R1 di Gate

Il valore della resistenza **R1** da collegare tra il **Gate** e la **massa** di un **fet** non è assolutamente critico, quindi potremo tranquillamente usare qualsiasi valore compreso tra **47.000 ohm** e **1 megaohm**.
Se useremo **47.000 ohm** avremo un ingresso che presenta questo valore d'**impedenza**.
Se useremo un valore di **1 megaohm** avremo un ingresso con un **elevato** valore d'**impedenza**.
Normalmente si preferisce usare per **R1** un valore medio di circa **100.000 ohm**.

CALCOLO del GUADAGNO

Ammesso di aver scelto per la **R2** un valore di **5.600 ohm** e per la **R3** un valore di **1.800 ohm** come indicato nella fig.497, potremo conoscere quanto **amplifica** il **fet** utilizzando la formula:

Guadagno = R2 : R3

Quindi il fet amplificherà tutti i segnali che applicheremo sul suo **Gate** di circa:

5.600 : 1.800 = 3,11 volte

Se in **parallelo** alla resistenza **R3** applichiamo un **condensatore elettrolitico** (vedi fig.498), per calcolare il **guadagno** dovremo usare una formula diversa, cioè:

Guadagno = ((R2 - R3) x Yfs) : 1.000

Poichè nelle caratteristiche riportate nel nostro e-

Fig.500 In questa lavagna sono riportate le formule da utilizzare per calcolare il valore delle due resistenze R2-R3 nel caso non si conoscesse il valore della "Vgs" (formule sulla sinistra) e sulla destra quando invece si conosce il valore "Vgs" del fet.

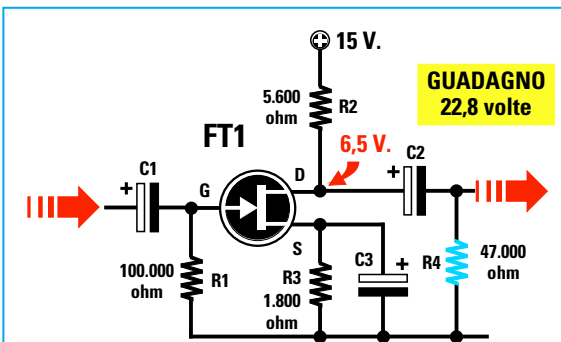



Fig.501 Conoscendo il valore della resistenza di carico (R4 da 47.000 ohm) potremo scegliere per la R2 un valore di 4.700 o 5.600 ohm, quindi se conosciamo il valore della "Vgs" potremo calcolare il valore ohmico della R3.

Fig.502 Se il valore della resistenza di carico R4 fosse di 100.000 ohm si dovrebbe scegliere per la R2 un valore di 10.000 o 12.000 ohm. Non conoscendo il valore della R4 potremo scegliere per la R2 dei valori standard di 4.700 o 5.600 ohm.

sempio la **Yfs** risulta di **6 ms**, questo **fet** amplificherà il segnale di:

((5.600 - 1.800) x 6) : 1.000 = 22,8 volte

Se avessimo scelto per **R2** un valore di **6.800 ohm** e per la **R3** un valore di **2.200 ohm** avremmo ottenuto un guadagno di:

((6.800 - 2.200) x 6) : 1.000 = 27,6 volte

CALCOLO della Vgs

Conoscendo il valore della **R3** e la corrente che scorre nel **fet**, potremo conoscere il valore della **Vgs** utilizzando questa formula:

Vgs = (R3 ohm x Ids) : 1.000

Se prendiamo per **R3** un valore di **1.800 ohm** e una **Ids** di **1 mA** avremo una **Vgs** di:

(1.800 x 1) : 1.000 = 1,8 volt negativi

Nota = Facciamo presente che questa tensione **negativa** è identica al valore della tensione **positiva** che otterremo ai capi della resistenza **R3** di **Source**, quindi se ai capi di questa resistenza rileviamo una tensione **positiva** di **1,8 volt** possiamo affermare che il **Gate** di questo fet è polarizzato con una tensione **negativa** di **1,8 volt.**

CALCOLO per un BASSO GUADAGNO

Ammettiamo ora di voler realizzare uno stadio amplificatore con un **basso guadagno**, quindi di scegliere per la **Ids** un valore di **4 mA.**

Rifacendo tutti i nostri calcoli otterremo:

R2 ohm = (VR2 : Ids) x 1.000

Sapendo che la **VR2** è di **6,5 volt** otterremo:

(6,5 : 4) x 1.000 = 1.625 ohm

Poichè questo valore non è **standard** siamo costretti ad utilizzare per la **R2** un valore di **1.500 ohm** oppure di **1.800 ohm**.

Per calcolare il valore della **R3** utilizzeremo la formula:

R3 in ohm = (Vgs : Ids) x 1.000

Avendo assegnato alla **Vgs** un valore di **2 volt** e sapendo che la **Ids** risulta di **4 mA**, il valore di **R3** assumerà un valore di:

(2 : 4) x 1.000 = 500 ohm

Poichè anche questo valore non rientra in quelli **standard**, per la **R3** potremo usare un valore di **560 ohm** oppure di **470 ohm**.

Ammesso di aver scelto per la **R2** un valore di **1.800 ohm** e per la **R3** un valore di **470 ohm** e di avere collegato in parallelo a questa resistenza un **condensatore elettrolitico** (vedi fig.499), potremo conoscere il suo reale **guadagno**:

Guadagno = ((R2 - R3) x Yfs) : 1.000

Inserendo i dati nella formula otterremo:

((1.800 - 470) x 6) : 1.000 = 7,98 volte

Conoscendo il valore della **R3 = 470 ohm** e la corrente **Ids = 4 mA**, potremo calcolare il valore della **Vgs** utilizzando la formula:

Vgs = (R3 ohm x Ids) : 1.000

(470 x 4) : 1.000 = 1,88 volt

Come abbiamo potuto constatare, calcolare in via **teorica** il valore delle due resistenze **R2-R3** non è difficile, se non che quando si passa all'atto **pratico** un hobbista deve risolvere questi tre problemi:

1° - Non riesce mai a reperire le caratteristiche dei **fet** in suo possesso.

2° - Non sa che i **fet**, come qualsiasi altro componente, hanno delle **tolleranze**, quindi prendendo **50 fet** della stessa marca e sigla troverà **50 diverse** caratteristiche.

3° - Una volta calcolati i valori delle due resistenze **R2-R3**, se non dispone di un **Oscilloscopio** e di un **Generatore BF** non potrà mai controllare se il **fet** risulta polarizzato correttamente.

UNO STRUMENTO che MISURA la Vgs

Per risolvere tutti questi problemi provate a realizzare un **Misuratore di Vgs**, che servirà per rilevare l'**esatto valore** di tensione da applicare sul **Gate** del **fet**.
Conoscendo il valore **Vgs** di un qualsiasi **fet** è possibile calcolare con estrema facilità il valore delle due resistenze **R3-R2** anche **senza** conoscere **nessuna** caratteristica del **fet**.

CALCOLO resistenza R2 di Drain

Per calcolare il valore della resistenza **R2** dovremo conoscere quale **carico** verrà collegato all'uscita del **Drain**, vale a dire il valore della resistenza **R4** che ci ritroveremo dopo il condensatore elettrolitico d'uscita **C2** (vedi figg.501-502), che corrisponde in pratica al valore della resistenza presente sul **secondo** stadio amplificatore.
In pratica il valore della **R2** dovrebbe sempre risultare **minore** di **8-10 volte** rispetto il valore di **R4**.
Se la resistenza di **carico** siglata **R4** risulta di **47.000 ohm**, per la **R2** potremmo scegliere un valore di:

47.000 : 10 = 4.700 ohm
47.000 : 8 = 5.875 ohm

Se il valore della **R4** fosse stato di **100.000 ohm**, avremmo dovuto scegliere per la **R2** un valore di:

100.000 : 10 = 10.000 ohm
100.000 : 8 = 12.500 ohm

Nell'eventualità in cui non si conosca il valore della **R4** potremo scegliere a nostro piacimento dei valori **standard**, cioè **3.300-3.900-4.700-5.600 ohm**.

CALCOLO della VR2 (volt ai capi di R2)

Ammesso che il nostro **Misuratore** di **Vgs** indichi che il nostro **fet** ha una **Vgs** è di **1,9 volt**, potremo calcolare quale valore di tensione dovremo ritrovarci ai capi della resistenza **R2** utilizzando la formula:

VR2 = (Vcc - Vgs) : 2

Ammesso di alimentare il **fet** con una tensione di **Vcc** di **15 volt**, ai capi della resistenza **R2** dovremo ritrovarci con questa tensione:

(15 - 1,9) : 2 = 6,55 volt ai capi di R2

Vi ricordiamo che il valore **VR2** è la tensione che ci ritroveremo tra i due terminali **Drain** e **Source**.

CALCOLO della Ids (corrente Drain)

Per calcolare la **corrente** che dovrà scorrere sul **Drain** dovremo utilizzare la formula:

Ids = (VR2 : R2) x 1.000

Sapendo che la **VR2** è di **6,55 volt** e ammesso di aver scelto per la **R2** un valore standard di **4.700 ohm**, la **Ids** risulterà pari a:

(6,55 : 4.700) x 1.000 = 1,393 mA

CALCOLO della resistenza R3 di Source

Per calcolare il valore della resistenza **R3** da collegare al **Source** utilizzeremo questa formula:

R3 = (Vgs : Ids) x 1.000

Inserendo nella formula i dati che già abbiamo calcolato otterremo:

(1,9 : 1,393) x 1.000 = 1.363 ohm

Poichè questo non rientra nei valori standard potremo scegliere **1.200 ohm** o **1.500 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

CALCOLO guadagno del fet

Per calcolare il **guadagno** dovremmo necessariamente conoscere il valore **Yfs** del fet, ma poichè **non** conosciamo questo dato come possiamo risolvere tale problema ?

In pratica la **Yfs** di un **fet** può variare da un **minimo** di **5 ms** fino ad un **massimo** di **10 ms**, quindi per calcolare con buona approssimazione il suo **guadagno** potremo prendere un valore **medio** di **7 ms**, tenendo sempre presente che il **guadagno** potrebbe risultare **minore** se la **Yfs** risultasse di **5 ms** o **maggiore** se la **Yfs** risultasse di **10 ms**.

Come già saprete, il **guadagno** di un **fet** con in **parallelo** alla sua resistenza **R3** un **condensatore elettrolitico** si calcola usando la formula:

Guadagno = ((R2 - R3) x Yfs) : 1.000

Scelto per la **R2** un valore di **4.700 ohm** e per la **R3** un valore di **1.200 ohm** otterremo un **guadagno** che in linea di massima risulterà di:

((4.700 - 1.200) x 7) : 1.000 = 24,5 volte

Se avessimo scelto per la **R3** un valore di **1.500 ohm** avremmo ottenuto un **guadagno** di:

((4.700 - 1.500) x 7) : 1.000 = 22,4 volte

Se il fet avesse una **Yfs** di **8,5** anzichè di **7**, da noi assunto come valore **medio**, con una **R3** da **1.200 ohm** oppure da **1.500 ohm**, otterremmo questi due diversi **guadagni**:

((4.700 - 1.200) x 8,5) : 1.000 = 29,75 volte

((4.700 - 1.500) x 8,5) : 1.000 = 27,20 volte

Come potete constatare, le differenze non sono poi così rilevanti.

PER RIDURRE il GUADAGNO

Se un **guadagno** di **27 volte** o di **29 volte** dovesse risultare troppo elevato per il nostro stadio **preamplificatore**, per **ridurlo** dovremmo semplicemente inserire in **serie** al condensatore **elettrolitico C3** un **trimmer** (vedi fig.503) di qualsiasi valore (**10.000 ohm** a **47.000 ohm**), dopodichè lo potremo regolare fino ad ottenere il **guadagno** desiderato.
Poichè nessuno di voi potrà disporre di uno strumento di misura chiamato **Oscilloscopio**, la soluzione più semplice per sapere fino a quanto potremo amplificare il segnale applicato sull'ingresso del **Gate** è quella di regolare il cursore di questo **trimmer** finché in altoparlante o in cuffia non udremo un segnale senza alcuna **distorsione**.

Regolato il **trimmer** sulla sua giusta posizione, misureremo la sua resistenza con un **ohmetro**, poi la sostituiremo con una **resistenza** di pari valore.

Nota = Per evitare **distorsioni** è consigliabile **limitare** il guadagno di ogni singolo stadio preamplificatore. Se si desiderano delle **elevate** amplificazioni è consigliabile utilizzare **due** stadi amplificatori (vedi fig.504) onde evitare di **tosare** le due estremità della **semionda positiva** o **negativa** come visibile in fig.487.

Quindi se dobbiamo amplificare un segnale di **25 volte** conviene usare **due stadi** calcolati per un guadagno medio di **5 volte**, infatti:

5 x 5 = 25 volte

Se volessimo aumentare il guadagno del **primo stadio** potremo collegare in parallelo alla sua resistenza **R3** un condensatore **elettrolitico** come indicato nella fig.503.

SE la R4 fosse da 22.000 ohm ?

Come vi abbiamo spiegato, il valore della resistenza **R2** di **Drain** risulta molto influenzato dal valore della resistenza di **carico R4**, quindi in funzione di questo valore varierà anche quello della **R3**.

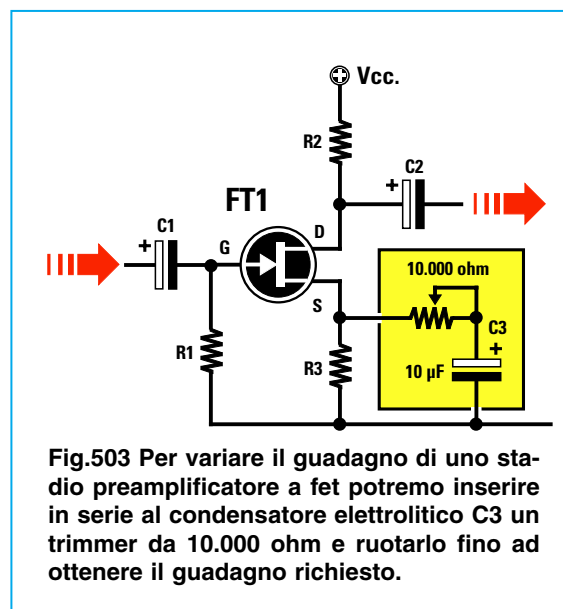



Fig.503 Per variare il guadagno di uno stadio preamplificatore a fet potremo inserire in serie al condensatore elettrolitico C3 un trimmer da 10.000 ohm e ruotarlo fino ad ottenere il guadagno richiesto.

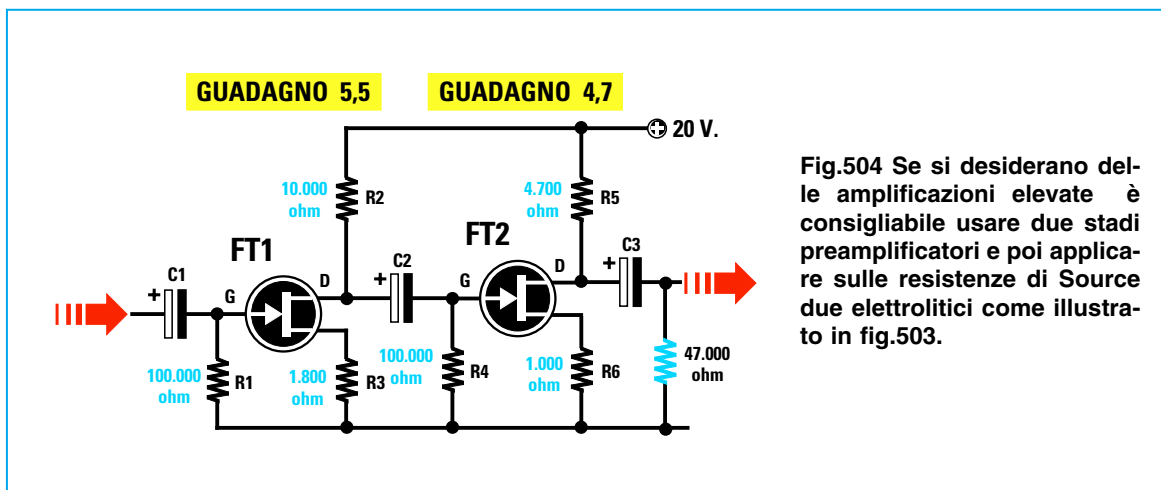



Fig.504 Se si desiderano delle amplificazioni elevate è consigliabile usare due stadi preamplificatori e poi applicare sulle resistenze di Source due elettrolitici come illustrato in fig.503.

Ammettiamo che il valore della **R4** risulti di **22.000 ohm** (vedi fig.505) e che la **Vcc** risulti di **20 volt** anzichè di **15 volt** come nell'esempio precedente.

Se il **Misuratore di Vgs** ci indicherà sempre un valore **Vgs** di **1,9 volt**, rifacendo tutti i nostri calcoli otterremo:

CALCOLO resistenza R2 di Drain

Sapendo che il valore della **R4** risulta di **22.000 ohm**, dovremo scegliere per la **R2** un valore che risulti almeno **8-10 volte minore** della **R4.**

22.000 : 10 = 2.200 ohm
22.000 : 8 = 2.750 ohm (standard **2.700**)

Tra questi due valori **2.200** e **2.700 ohm** sceglieremo il primo, cioè **2.200.**

CALCOLO della VR2 (volt ai capi della R2)

Conoscendo il valore della **Vgs = 1,9 volt** e della **Vcc** che risulta ora di **20 volt**, potremo calcolare la **VR2** utilizzando la formula:

VR2 = (Vcc - Vgs) : 2

Inserendo i dati in nostro possesso otterremo:

(20 - 1,9) : 2 = 9,05 volt VR2

CALCOLO della Ids (corrente Drain)

Proseguendo, potremo calcolare la **corrente** che dovrà scorrere nel **Drain** utilizzando la formula:

Ids = (VR2 : R2) x 1.000

Sapendo che la **VR2** è di **9,05 volt** e che la resistenza **R2** è di **2.200 ohm** otterremo una **Ids** di:

(9,05 : 2.200) x 1.000 = 4,11 mA

CALCOLO della resistenza R3 di Source

Per calcolare il valore della resistenza **R3** da collegare al **Source** utilizzeremo questa formula:

R3 = (Vgs : Ids) x 1.000

Inserendo nella formula i dati che già abbiamo calcolato otterremo:

(1,9 : 4,11) x 1.000 = 462 ohm

Poichè **462 ohm** non rientra nei valori standard, sceglieremo **470 ohm.**

CALCOLO guadagno del fet

Prendendo sempre un valore **Yfs** medio di **7 mS**, calcoleremo il **guadagno** con la formula:

guadagno = ((R2 - R3) x Yfs) : 1.000

quindi il segnale applicato sul **Source** verrà amplificato di:

((2.200 - 470) x 7) : 1.000 = 12,11 volte

Se volessimo **aumentare** il **guadagno** potremmo utilizzare per la **R2** un valore di **2.700 ohm** e per la **R3** un valore di **390 ohm** (vedi fig.506) ottenendo così un **guadagno** di:

((2.700 - 390) x 7) : 1.000 = 16,17 volte

Se volessimo **ridurre** il **guadagno** potremmo utilizzare per la **R2** un valore di **1.800 ohm** e per la

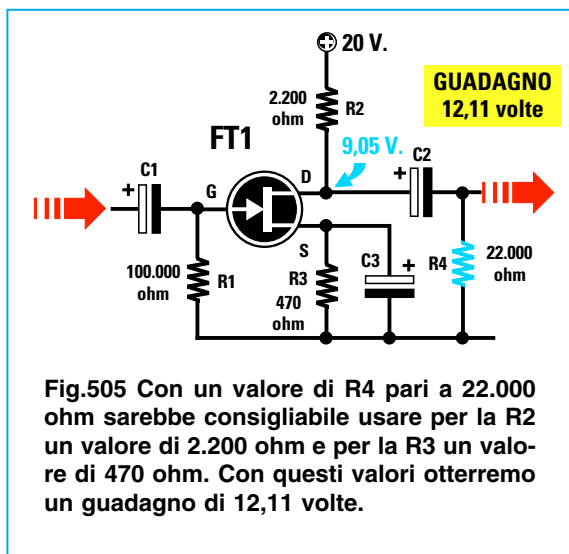



Fig.505 Con un valore di R4 pari a 22.000 ohm sarebbe consigliabile usare per la R2 un valore di 2.200 ohm e per la R3 un valore di 470 ohm. Con questi valori otterremo un guadagno di 12,11 volte.

Fig.506 Per aumentare il guadagno dello schema di fig.505 potremo usare per la R2 un valore di 2.700 ohm e per la R3 un valore di 390 ohm. In questa condizione otterremo un guadagno di 16,17 volte.

R3 un valore di **560 ohm**, infatti:

((1.800 - 560) x 7) : 1.000 = 8,68 volte

MASSIMO segnale prelevabile sull'USCITA

Per calcolare il **massimo segnale** che potremo prelevare dal **Drain** di un fet senza nessuna **distorsione** potremo usare questa formula:

Max segnale = (Vcc - Vgs) x 0,8

Se il fet risulta alimentato con una tensione di **15 volt** e la **Vgs** risulta di **1,9 volt**, potremo amplificare il segnale applicato sul **Gate** fino ad ottenere in uscita un segnale **sinusoidale** che non superi i:

(15 - 1,9) x 0,8 = 10,48 volt picco/picco

Nota = il fattore di moltiplicazione **0,8** si utilizza per evitare di **tosare** sulle due estremità l'onda **sinusoidale** nell'eventualità in cui la **VR2** risulti leggermente **maggiore** o **minore** rispetto al valore richiesto a causa della **tolleranza** delle resistenze:

VR2 = (Vcc - Vgs) : 2

Se il fet risulta alimentato con una tensione di **20 volt** potremo amplificare il segnale applicato sul **Gate** fino ad ottenere in uscita un segnale **sinusoidale** che non superi i:

(20 - 1,9) x 0,8 = 14,48 volt picco/picco

Vi ricordiamo che per convertire i **volt picco/picco** in **volt efficaci** dovremo **dividerli** per **2,82**, quindi un segnale di **14,48 volt picco/picco** corrisponde a soli **5,13 volt efficaci**.

MASSIMO segnale d'INGRESSO

Conoscendo il valore **massimo** del segnale che potremo prelevare sul suo **Drain** e il **guadagno** dello stadio preamplificatore, potremo conoscere quale **massimo segnale** è applicabile sul suo **Gate** utilizzando la formula:

Max segnale Gate = (Vcc : Guadagno) x 0,8

Se abbiamo uno stadio che **amplifica** un segnale di **22,8 volte** alimentato con una tensione di **15 volt**, potremo applicare sul suo **ingresso** un segnale che **non** risulti maggiore di:

(15 : 22,8) x 0,8 = 0,52 volt picco/picco

Se questo fet risultasse alimentato con una tensione di **20 volt**, non potremo applicare sul suo **ingresso** un segnale maggiore di:

(20 : 22,8) x 0,8 = 0,7 volt picco/picco

LE 3 CLASSICHE CONFIGURAZIONI

Come per i transistor, anche nei **fet** il segnale da **amplificare** si può applicare sul **Source** e prelevare dal **Drain**, oppure si può applicare sul **Gate** e prelevare dal **Source**.

Questi tre diversi modi di utilizzare un **fet** come stadio amplificatore vengono chiamati:

Common Source o Source comune (fig.507).

In questa configurazione il segnale da amplificare si applica sul **Gate** e si preleva dal **Drain**.
Nel **Common Source** una piccola variazione del-

Indice

la **tensione** sul **Gate** determina un'ampia variazione della tensione di **Drain**.
Il segnale amplificato che si preleva sul **Drain** risulta **sfasato** di **180 gradi** rispetto a quello applicato sul **Gate**, vale a dire che la **semionda positiva** si trasforma in **semionda negativa** e la **semionda negativa** in **positiva**.

Common Drain o Drain comune (fig.508)

In questa configurazione il segnale da amplificare si applica sempre sul **Gate** ma si preleva dal terminale **Source**.
Poichè questa configurazione **non amplifica**, viene normalmente utilizzata come stadio **separatore** per convertire un segnale ad **alta impedenza** in un segnale a **bassa impedenza**.
Il segnale che si preleva sul **Source** non risulta sfasato, vale a dire che la **semionda positiva** applicata sul **Gate** rimane **positiva** sull'uscita del **Source** e la **semionda negativa** applicata sul **Gate** rimane **negativa** sul **Source**.

Common Gate o Gate comune (fig.509)

In questa configurazione il segnale da amplificare si applica sul **Source** ed il segnale amplificato si preleva dal **Drain**.
Nel **Common Gate** una piccola variazione di tensione sul **Source** determina una **media** variazione di tensione sul **Drain**.
Il segnale che si preleva dal **Drain** non risulta sfasato, vale a dire che la **semionda positiva** e la **semionda negativa** che entrano nel **Source**, si prelevano nuovamente **positiva** e **negativa** sul terminale **Drain**.

Una volta che avrete appreso come funziona un **fet** e come si calcola il valore delle resistenze **R2-R3**, vi renderete conto di aver fatto un altro **passo** avanti nel **meraviglioso** mondo dell'**elettronica**.
Come avrete constatato, bastano poche e semplici spiegazioni, chiare formule matematiche e molti validi esempi pratici per comprendere agevolmente anche i concetti più **complessi**.

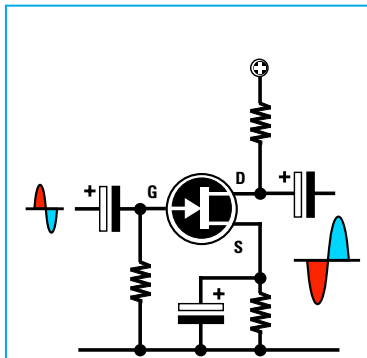



Fig.507 Common Source

Il segnale viene applicato sul Gate e prelevato dal terminale Drain.

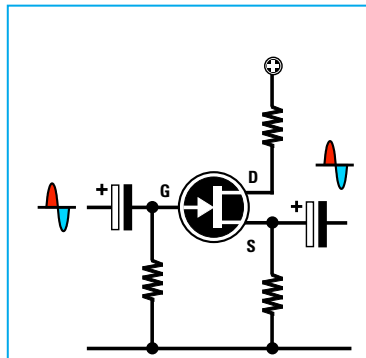



Fig.508 Common Drain

Il segnale viene applicato sul Gate e prelevato dal terminale Source.

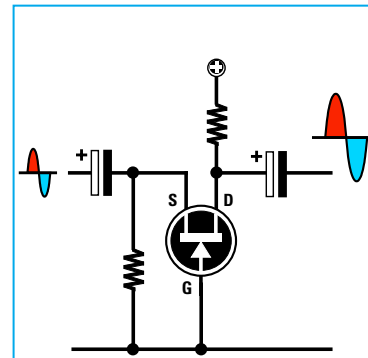
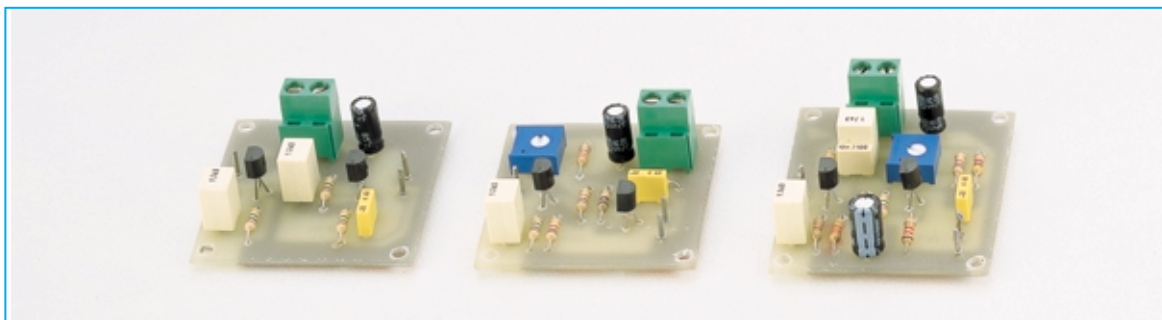



Fig.509 Common Gate

Il segnale viene applicato sul terminale Source e prelevato dal Drain.

	Common Source	Common Drain	Common Gate
Guadagno in tensione	medio	nullo	elevato
Guadagno in corrente	medio	medio	nullo
Guadagno in potenza	alto	basso	medio
Impedenza d'ingresso	media	elevata	bassa
Impedenza d'uscita	elevata	bassa	elevata
Inversione di fase	SI	NO	NO

In questa Tabella riportiamo le differenze che si ottengono nelle tre diverse configurazioni.

SCHEMI di PICCOLI PREAMPLIFICATORI BF a FET

Per completare questo articolo sui **fet** vi presentiamo tre **diversi schemi** di preamplificatori di **BF** che potrete realizzare per fare pratica.

Preamplificatore micro/amp LX.5015

In fig.510 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore chiamato **micro/amp** che utilizza due fet posti in **serie**.
Questo circuito presenta il vantaggio di amplificare di ben **50 volte** dei **debolissimi** segnali, fino ad una frequenza massima di **2 Megahertz**, con un **bassissimo rumore** di fondo.

Per realizzare questo preamplificatore può essere usato indifferentemente qualsiasi tipo di fet.

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione	**20 volt**
Corrente assorbita	**30 milliamper**
Guadagno totale	**50 volte**
Max segnale ingresso	**250 millivolt p/p**
Max segnale uscita	**10 volt picco/picco**
Carico d'uscita (R4)	**47.000 ohm**
Banda di frequenza	**20 Hertz-2 Megahertz**
Segnale in uscita	**sfasato di 180°**

Anche se nei dati tecnici abbiamo inserito un valore di tensione di alimentazione di **20 volt**, è possibile alimentare questo preamplificatore anche con una tensione di **12-15 volt** oppure di **24 volt**, tenendo presente che alimentandolo con **12 volt** non potrete applicare sul suo ingresso dei segnali d'ampiezza superiore a **180 millivolt**, diversamente il segnale che preleverete sull'uscita risulterà **distorto**.
Come già saprete, per convertire una tensione da **millivolt** a **volt** è necessario dividerla per **1.000**, quindi un segnale di **250 millivolt picco/picco** corrisponde a:

250 : 1.000 = 0,25 volt picco/picco

Nello schema elettrico di fig.510 abbiamo riportato i due valori di **tensione** presenti sul **G** del fet **FT1** e sulla giunzione **D-S** dei due fet riferiti alla **massa**.

Per realizzare questo preamplificatore dovete procurarvi il kit siglato **LX.5015** che risulta completo di tutti i componenti e di **circuito stampato** già inciso e forato.

Sempre in fig.510 presentiamo lo schema pratico di montaggio, che vi sarà utile per sapere in quale posizione inserire tutti i componenti richiesti.

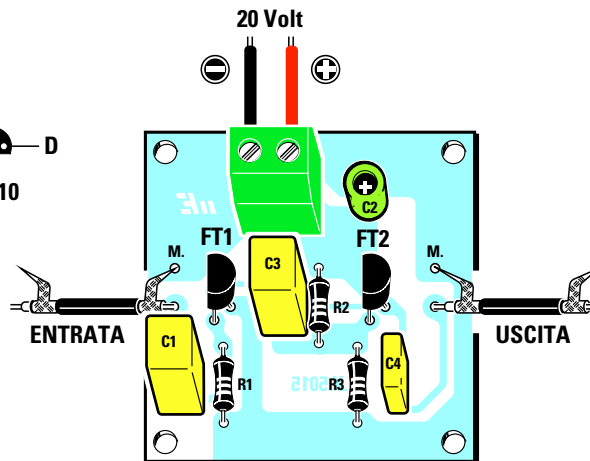
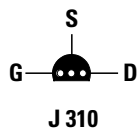
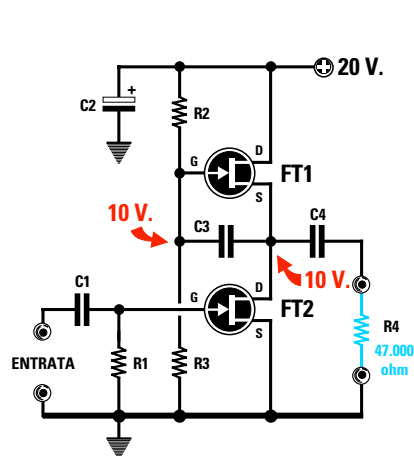
Quando monterete nel circuito stampato i transistor **FT1-FT2**, dovrete rivolgere la parte **piatta** del loro corpo verso sinistra come visibile in fig.510 e quando monterete il condensatore elettrolitico **C2** dovrete inserire il terminale **positivo** (quello più lungo) nel foro contrassegnato dal simbolo **+**.

Costo del kit LX.5015 completo L.10.000
Costo del solo circuito stampato ....L. 2.000

Preamplificatore con guadagno variabile LX.5016

Il secondo schema che proponiamo in fig.511 presenta il vantaggio di poter variare il **guadagno** da un minimo di **6 volte** ad un massimo di **40 volte** circa ruotando semplicemente il cursore del trimmer siglato **R6** da **10.000 ohm.**

Ruotando il cursore del trimmer **R6** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, il segnale viene amplificato di circa **6 volte**, ruotando invece il cursore di questo trimmer in modo da **inserire** tutta la sua resistenza il segnale viene amplificato di circa **40 volte.**
È sottinteso che ruotando il trimmer a metà corsa si ottiene un guadagno intermedio.

Anche se nell'elenco dei componenti abbiamo inserito un fet tipo **J310**, per realizzare questo pream-

ELENCO COMPONENTI LX.5015

R1 = 1 megaohm 1/4 watt
R2 = 1 megaohm 1/4 watt
R3 = 1 megaohm 1/4 watt
C1 = 1 mF poliestere
C2 = 22 mF elettrolitico
C3 = 1 mF poliestere
C4 = 220.000 pF poliestere
FT1 = fet tipo J.310
FT2 = fet tipo J.310

Fig.510 Schema elettrico e schema pratico del preamplificatore che utilizza due fet collegati in serie e che prende il nome di "micro/amp". Come spiegato nel testo, questo amplificatore può essere alimentato con tensioni diverse dai 20 volt indicati nello schema elettrico, cioè 12-15-18-22-24 volt. In alto, le connessioni del fet J.310 viste da sotto, vale a dire dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal suo corpo.

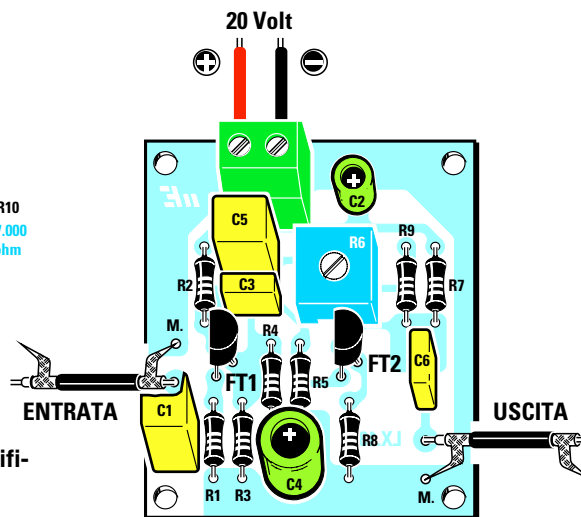
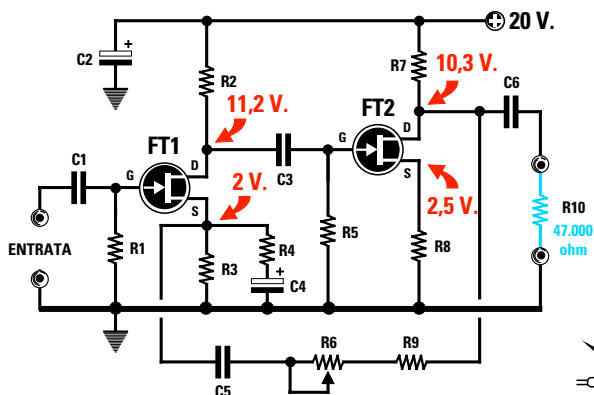
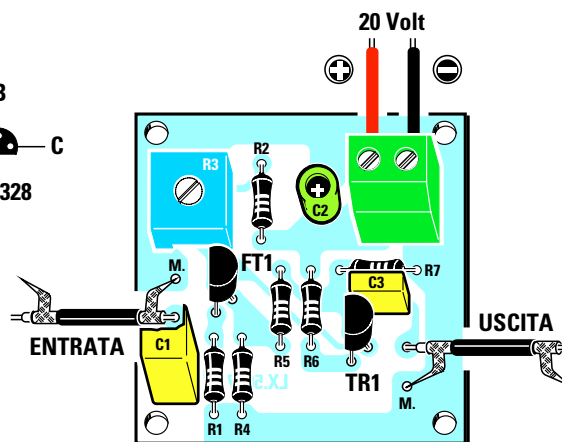
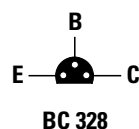
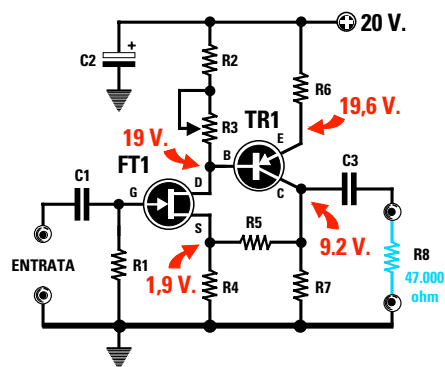



Fig.511 Schema elettrico e pratico del preamplificatore con guadagno variabile da 6 a 40 volte.

ELENCO COMPONENTI LX.5016

R1 = 47.000 ohm 1/4 watt
R2 = 15.000 ohm 1/4 watt
R3 = 3.300 ohm 1/4 watt
R4 = 150 ohm 1/4 watt
R5 = 1 megaohm 1/4 watt
R6 = 10.000 ohm trimmer
R7 = 4.700 ohm 1/4 watt
R8 = 1.200 ohm 1/4 watt
R9 = 1.000 ohm 1/4 watt
C1 = 1 mF poliestere
C2 = 22 mF elettrolitico
C3 = 10.000 pF poliestere
C4 = 100 mF elettrolitico
C5 = 1 mF poliestere
C6 = 220.000 pF poliestere

FT1 = fet tipo J.310
FT2 = fet tipo J.310

ELENCO COMPONENTI LX.5017

R1 = 1 megaohm 1/4 watt	R7 = 1.000 ohm 1/4 watt
R2 = 330 ohm 1/4 watt	C1 = 1 mF poliestere
R3 = 10.000 ohm trimmer	C2 = 22 mF elettrolitico
R4 = 1.000 ohm 1/4 watt	C3 = 220.000 pF poliestere
R5 = 10.000 ohm 1/4 watt	FT1 = fet tipo J.310
R6 = 100 ohm 1/4 watt	TR1 = PNP tipo BC.328

Fig.512 Schema elettrico e pratico del preamplificatore che utilizza un fet più un transistor. In alto, le connessioni del transistor PNP tipo BC.328 viste da sotto.

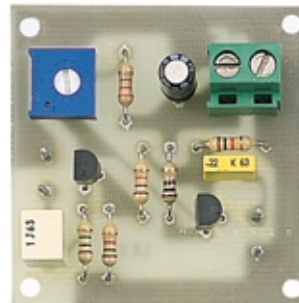
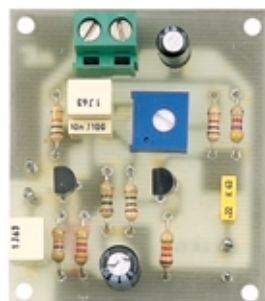
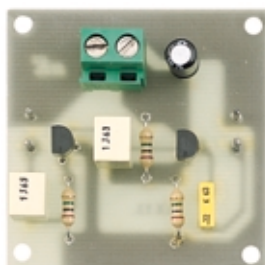



Fig.513 Ecco come si presenteranno i tre preamplificatori a fet una volta completati.

plificatore è possibile utilizzare qualsiasi altro tipo di fet.

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione	**20 volt**
Corrente assorbita	**2,5 milliamper**
Guadagno variabile	**da 6 a 40 volte**
Max segnale ingresso	**300 millivolt p/p**
Max segnale uscita	**12 volt picco/picco**
Carico d'uscita (R10)	**47.000 ohm**
Banda di frequenza	**20 Hertz-2 Megahertz**
Segnale in uscita	**NON sfasato**

Anche questo preamplificatore può essere alimentato con una tensione di **12 volt** oppure di **24 volt**.

Per realizzare questo preamplificatore dovete procurarvi il kit siglato **LX.5016** e, seguendo lo schema pratico di fig.511, inserire nel circuito stampato tutti i componenti.
Quando monterete i fet **FT1-FT2**, dovrete rivolgere la parte **piatta** del loro corpo verso sinistra come appare ben visibile nello schema pratico.
Come già saprete, per evitare di inserire una resistenza in una posizione errata dovrete innanzitutto individuarne il valore ohmico tramite il **codice** a **colori** stampigliato sul suo corpo, mentre quando

monterete i **condensatori elettrolitici** dovrete inserire il terminale **positivo**, che risulta **più lungo** dell'opposto terminale negativo, nel foro dello stampato contrassegnato dal simbolo **+**.

Costo del kit LX.5016 completo L.13.000
Costo del solo circuito stampato ....L. 2.000

Preamplificatore con un fet ed un transistor LX.5017

In fig.512 abbiamo riprodotto lo schema elettrico di un particolare preamplificatore con un **basso guadagno** e idoneo ad amplificare segnali d'ampiezza molto elevata, che utilizza un **fet** ed un **transistor** di tipo **PNP**.

Se in questo circuito è consentito utilizzare qualsiasi tipo di **fet**, per il transistor **PNP** si possono usare indifferentemente questi tipi:

BC.213 - BC.308 - BC.328 o altri equivalenti

Le caratteristiche tecniche di questo preamplificatore possono essere così riassunte:

Volt alimentazione	**20 volt**
Corrente assorbita	**11 milliamper**
Guadagno totale	**5 volte**
Max segnale ingresso	**3,3 volt picco/picco**
Max segnale uscita	**18 volt picco/picco**
Carico d'uscita (R8)	**47.000 ohm**
Banda di frequenza	**20 Hertz-1 Megahertz**
Segnale in uscita	**NON sfasato**

Anche questo preamplificatore può essere alimentato con una tensione di soli **15 volt** oppure di **24 volt**, tenendo presente che alimentandolo con **15 volt** non potrete applicare sul suo ingresso dei segnali d'ampiezza superiore a **2,5 volt**, diversamente il segnale che preleverete sull'uscita risulterà **distorto**.

Per realizzare questo preamplificatore dovete procurarvi il kit siglato **LX.5017**, che risulta già completo di tutti i componenti e di **circuito stampato** forato.

In fig.512 vi presentiamo lo schema pratico di montaggio che dovrete osservare per inserire i vari componenti nelle posizioni ad essi assegnate, rispettando per i soli **condensatori elettrolitici** la polarità positiva e negativa dei due terminali.
Quando inserirete nel circuito stampato il fet contrassegnato dalla sigla **J.310**, dovrete rivolgere la parte **piatta** del suo corpo verso **sinistra** e così dicasi per il transistor **TR1**, contraddistinto da una di queste sigle: **BC.213-BC308-BC.328**.

Importante = Sul **D**rain di questo preamplificatore è presente il trimmer **R3** che dovrete **tarare** in modo da leggere tra il terminale **C**ollettore di **TR1** e la **massa** una tensione di **9,2 volt**.
Se alimenterete il preamplificatore con una tensione di **24 volt**, dovrete **tarare** questo trimmer in modo da leggere tra il **C**ollettore e la **massa** una tensione di **11,2 volt**.
Se alimenterete il preamplificatore con una tensione di **15 volt**, dovrete tarare questo trimmer in modo da leggere una tensione di **6,7 volt**.

Se non tarerete questo trimmer sui valori di tensione indicati il circuito **non** funzionerà.

Questa taratura è necessaria per poter polarizzare correttamente il transistor **TR1**.

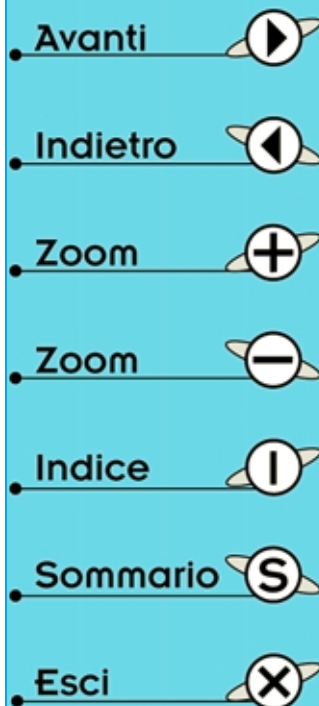
Costo del kit LX.5017 completo L.10.000
Costo del solo circuito stampato...........L. 2.000

ULTIMI CONSIGLI

- Quando inserite nel circuito stampato il **fet** ed il **transistor non** dovete **accorciarne** i terminali, quindi i loro corpi si troveranno distanziati dal circuito stampato per quanto consentito dalla lunghezza dei rispettivi terminali.

- Tutti gli altri componenti, cioè resistenze e condensatori, dovranno invece essere premuti in modo che i loro corpi **appoggino** sul circuito stampato e, dopo averne saldati i terminali sulle piste, andranno privati della parte eccedente di quest'ultimi con un paio di forbici oppure con delle tronchesine.

- Quando applicherete la tensione di alimentazione di **20 volt** sui due reofori della morsettiera a due poli, cercate di **non invertire** il filo **negativo** con il **positivo**, perchè se commetterete questo **errore** i fet si **danneggeranno**.

- Il collegamento del segnale da applicare sull'ingresso e quello che preleverete sull'uscita dovranno essere effettuati con del **cavetto schermato**, saldando sempre la **calza** di **schermo** sul terminale di **massa** (vedi terminale indicato **M**) presente sul circuito stampato.

UN MISURATORE di Vgs per FET

Lo strumento che ora vi presentiamo è un semplice **Misuratore di Vgs** che non solo vi permetterà di ricavare quel **dato** indispensabile per poter calcolare i valori delle resistenze di **Drain** e di **Source**, ma anche di verificare se il **fet** in vostro possesso risulta **efficiente**, **difettoso** o **bruciato.**

SCHEMA ELETTRICO

Questo strumento serve per controllare i fet a **canale N**, cioè quelli che si trovano normalmente inseriti in tutti gli stadi preamplificatori **BF** o **RF**. Infatti i fet a **canale P** sono molto **rari** e per questo motivo si preferisce usare quelli a **canale N.**

Nello schema elettrico di questo **provafet** visibile in fig.514 sono riprodotti due **simboli grafici**, per voi ancora sconosciuti, siglati **IC1-IC2**.

I simboli contraddistinti dalle sigle **IC1/A-IC1/B-IC1/C-IC1/D** sono quattro **porte digitali** racchiuse in un integrato chiamato **CD.4093** (vedi fig.515).

I simboli contraddistinti dalle sigle **IC2/A - IC2/B** sono degli **amplificatori operazionali** racchiusi in un integrato chiamato **CA.1458** (vedi fig.515).

Le tre **porte** siglate **IC1/A-IC1/C-IC1/D** vengono utilizzate in questo circuito per realizzare un **oscillatore** in grado di fornire in uscita delle **onde quadre** ad una frequenza di circa **26 KHz** da applicare, tramite la resistenza **R3**, sulla **Base** del transistor **TR1**.

Sul **Collettore** di questo transistor saranno presenti degli impulsi **positivi** in grado di raggiungere dei picchi di **24 volt** i quali, passando attraverso il diodo **DS1**, andranno a caricare il condensatore elettrolitico **C3**.

La quarta **porta** digitale **IC1/B**, collegata al piedino d'ingresso **2** di **IC1/A** ed al condensatore **C3** tramite il diodo zener **DZ1** e la resistenza **R4**, viene utilizzata per mantenere la tensione d'uscita **stabile** sul valore di **24 volt** anche quando la pila in fase di esaurimento non erogherà più **9 volt**.

I **24 volt** positivi prelevati dal condensatore elettrolitico **C3** vengono applicati sul **Drain** del fet da controllare tramite la resistenza **R8** da **22.000 ohm**, mentre i **9 volt** positivi forniti dalla **pila** vengono direttamente applicati sul terminale **Source**.

Se misurassimo con un **tester** la tensione presente tra le due boccole **D-S** (**D**rain-**S**ource del fet) non leggeremmo **24 volt** ma una tensione di soli **15 volt**, perchè ai **24 volt** presenti sul **Drain** dovremmo sottrarre i **9 volt** presenti sul **Source**.

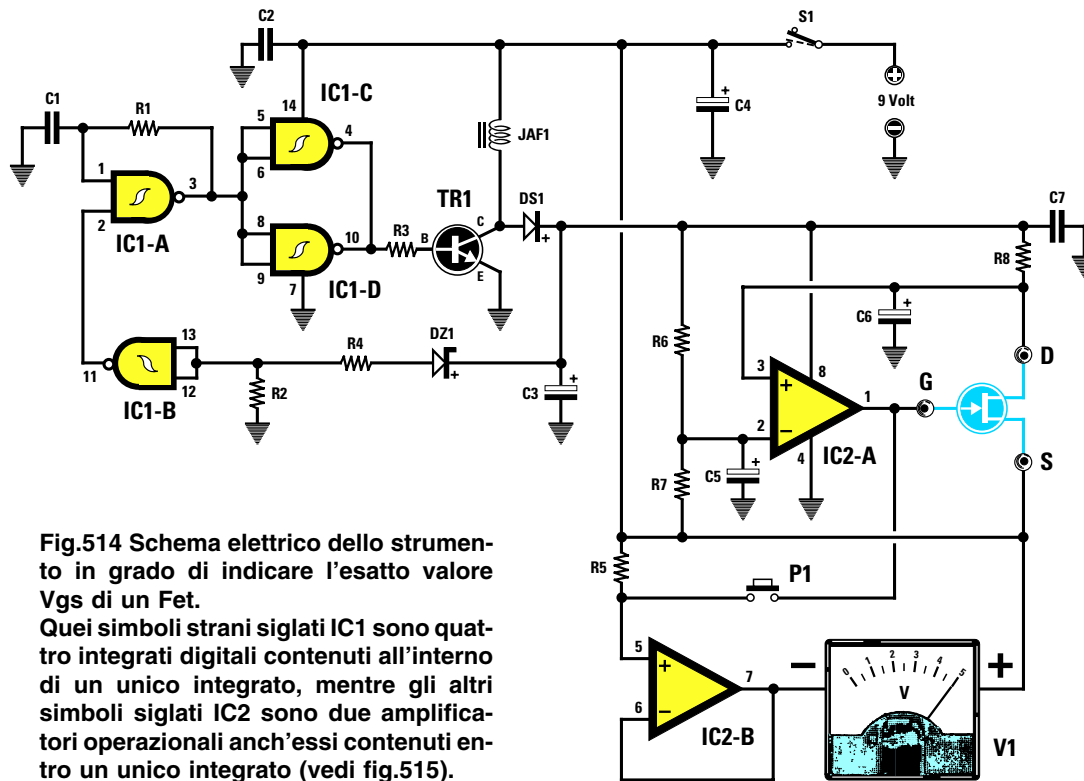



Fig.514 Schema elettrico dello strumento in grado di indicare l'esatto valore Vgs di un Fet.
Quei simboli strani siglati IC1 sono quattro integrati digitali contenuti all'interno di un unico integrato, mentre gli altri simboli siglati IC2 sono due amplificatori operazionali anch'essi contenuti entro un unico integrato (vedi fig.515).

ELENCO COMPONENTI LX.5018

R1 = 22.000 ohm 1/4 watt
R2 = 18.000 ohm 1/4 watt
R3 = 1.000 ohm 1/4 watt
R4 = 2.200 ohm 1/4 watt
R5 = 680.000 ohm 1/4 watt
R6 = 15.000 ohm 1/4 watt
R7 = 15.000 ohm 1/4 watt
R8 = 22.000 ohm 1/4 watt
C1 = 2.200 pF poliestere
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 47 mF elettrolitico
C4 = 47 mF elettrolitico
C5 = 10 mF elettrolitico
C6 = 22 mF elettrolitico
C7 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo tipo 1N.4150
DZ1 = zener 22 V.1/2 watt
JAF1 = impedenza 1 milliH.
TR1 = NPN tipo 2N.3725X
IC1 = C/Mos tipo 4093
IC2 = integrato MC.1458
S1 = interruttore
P1 = pulsante
V1 = strumento 5 V.

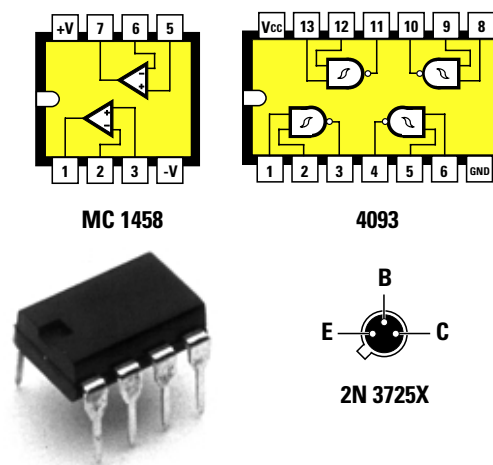



Fig.515 Connessioni viste da sopra dei due integrati MC.1458 e CD.4093 e del transistor 2N.3725X viste invece da sotto.
Si noti sul lato sinistro dei due integrati la tacca di riferimento a forma di U e nel transistor la piccola sporgenza metallica.

Per polarizzare il **Gate** del **fet** in modo che la tensione tra i due terminali **Drain-Source** scenda esattamente a **metà** tensione di alimentazione vale a dire sui:

(24 - 9) : 2 = 7,5 volt

utilizziamo l'integrato operazionale siglato **IC2/A**.

Poichè non potete ancora sapere come funziona un integrato **operazionale**, accenniamo qui brevemente alla funzione svolta da **IC2/A** in questo circuito.

Come potete notare, sul piedino d'ingresso **2**, contrassegnato dal segno **negativo**, viene applicata una tensione di **7,5 volt** che preleveremo ai capi delle due resistenze **R6-R7**.

Sul secondo piedino d'ingresso **3**, contrassegnato dal segno **positivo**, viene invece applicata la tensione presente sul terminale **Drain** del fet.

Quando la tensione sul **Drain** del fet risulta **maggiore** di **7,5 volt**, questo operazionale **IC2/A** provvede ad applicare sul **Gate** del fet una tensione **negativa** che, partendo da un valore di **9 volt**, inizia a scendere fino a quando sul **Drain** non risulta presente una **esatta** tensione di **7,5 volt**.

Non appena sul piedino **3** di **IC2/A** è presente una tensione perfettamente **identica** a quella disponibile sul piedino **2**, cioè **7,5 volt**, l'operazionale provvede a mantenere stabile il valore della **tensione negativa** applicato sul **Gate** del fet.

Il valore di questa **tensione negativa** corrisponde alla **Vgs** necessaria al **fet** sotto test per far scendere la tensione sul terminale **Drain** esattamente sul valore di **15 : 2 = 7,5 volt**.

A questo punto si potrebbe pensare che per conoscere questo valore **Vgs** sia sufficiente applicare tra i due terminali **Gate** e **Source** i **puntali** di un qualsiasi **tester** posto sulla portata **volt CC**.

Se collegassimo i **puntali** di un **tester** a questi due terminali andremmo a modificare il valore di tale tensione a causa della **bassa resistenza** interna del tester, quindi leggeremmo un valore **errato**.

Per evitare questo **errore** dobbiamo necessariamente utilizzare un secondo operazionale (vedi **IC2/B**) come semplice stadio **separatore**.

Poichè questo operazionale non riesce a modificare la tensione **negativa** presente sul **G**ate, alla sua uscita possiamo collegare qualsiasi tipo di **voltmetro** o di **tester**.

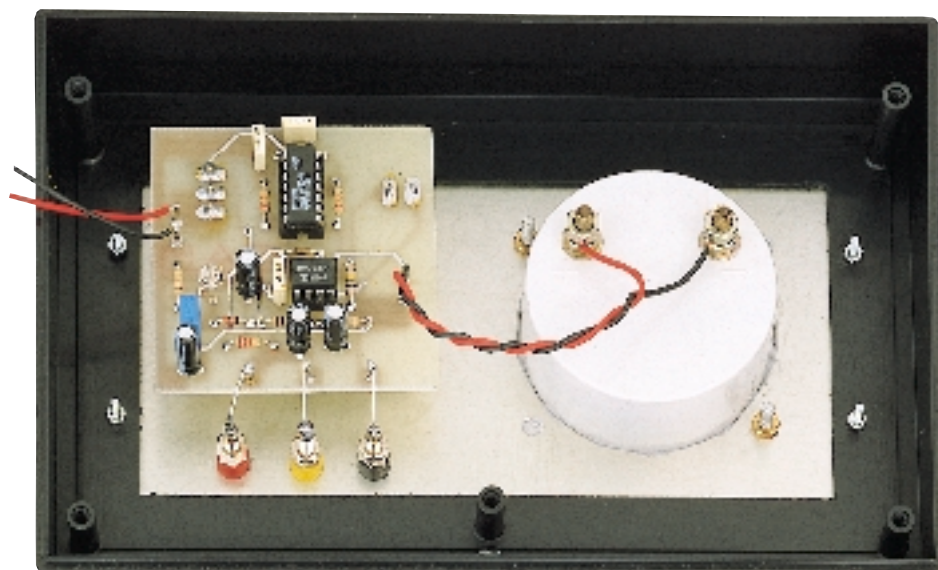



Fig.516 Il circuito stampato andrà fissato direttamente sul pannello frontale del mobile tramite i dadi del pulsante P1 e dell'interruttore S1 (vedi fig.522). Sul lato destro del pannello troverà posto lo strumento voltmetro da 5 volt fondo scala.

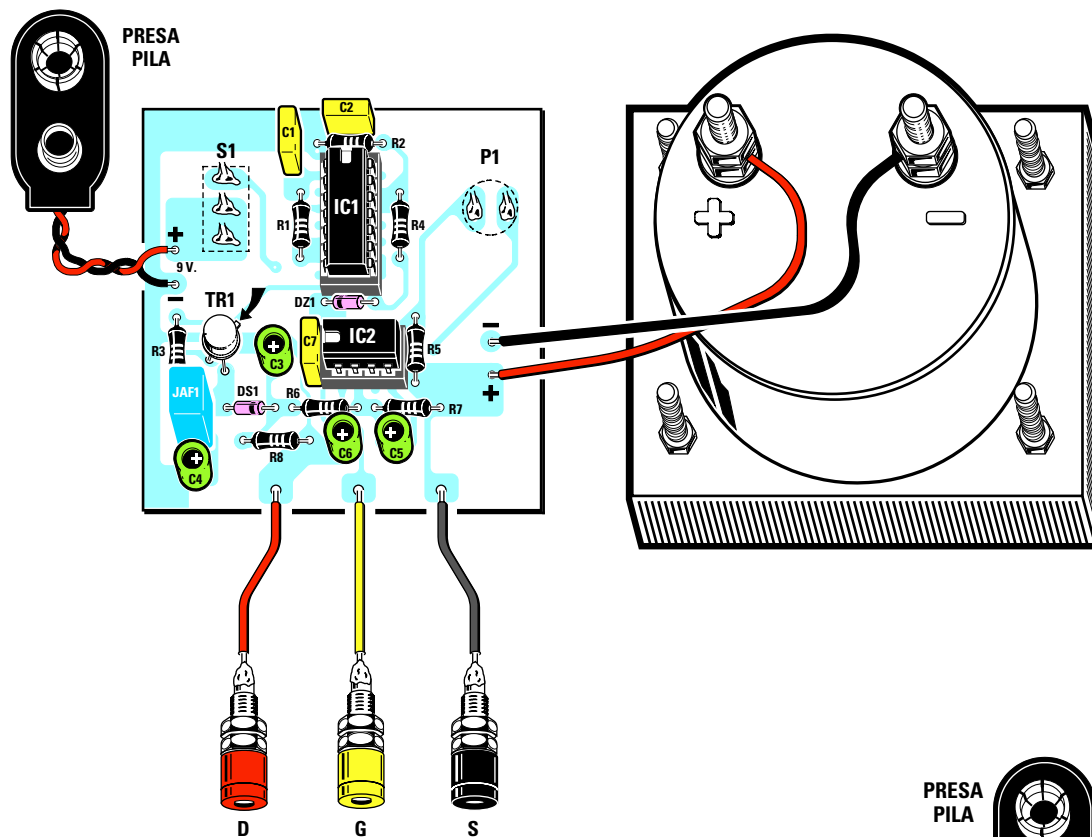



Fig.517 Ecco come andranno disposti tutti i componenti elencati nello schema elettrico sulla basetta del circuito stampato. Nel montaggio collocate la riga nera del diodo DS1, la tacca di riferimento a U degli integrati e la sporgenza del transistor TR1, come illustrato in questo disegno. Fate attenzione anche alla polarità positiva e negativa dei due fili della presa Pila e di quelli da collegare allo strumento voltmetro.

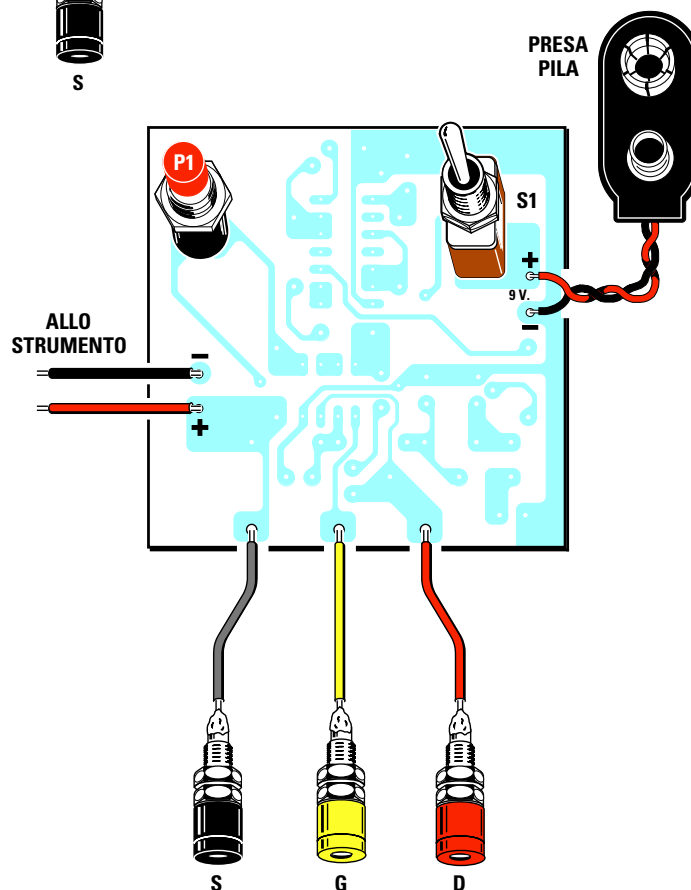



Fig.518 Dal lato opposto del circuito stampato dovrete fissare sulla sinistra il pulsante P1 e sulla destra l'interruttore di accensione S1.
Anche se in questo disegno appaiono tre boccole di colore Nero, Giallo e Rosso, non è da escludere che nel kit troviate una boccola Blu anzichè Gialla.

Ammesso che sul **Gate** del fet risulti presente una tensione **negativa** di **1,9 volt**, leggeremo questa identica tensione sul **voltmetro** collegato tra il piedino d'uscita **7** e il terminale **Source**.

Conoscendo l'esatto valore **Vgs** del fet in **prova** possiamo così calcolare il valore ohmico delle due resistenze da collegare al **Drain** ed al **Source** del **fet** come abbiamo spiegato nella **Lezione N.14**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel kit **LX.5018** troverete tutti i componenti necessari per la realizzazione di questo strumento che vi servirà per misurare la **Vgs** di un qualsiasi fet.

Nel circuito stampato, che vi sarà fornito forato e completo di un disegno serigrafico, potete inserire i due zoccoli per gli integrati **IC1-IC2** ed una volta saldati tutti i loro piedini sulle piste in rame potete proseguire nel montaggio inserendo le poche resistenze e i condensatori poliestere.
Completata questa operazione, inserite vicino alla resistenza **R6** il diodo al silicio **DS1**, rivolgendo la fascia **nera** stampigliata sul suo corpo verso la resistenza come appare ben evidente in fig.517.

Tra i due zoccoli di **IC1-IC2** collocate il diodo zener **DZ1** rivolgendo verso sinistra la fascia **nera** presente sul suo corpo.

Se vi trovaste in difficoltà nel distinguere il diodo al silicio **DS1** dal diodo zener **DZ1**, potreste tentare di leggere con l'aiuto di una lente le **minuscole** sigle stampigliate sul loro corpo:

su **DS1** troverete stampigliato **1N4150**
su **DZ1** troverete stampigliato **ZPD22** o **ZY22**

Proseguendo nel montaggio, inserite la piccola impedenza **JAF1** che ha un corpo di colore azzurro con sopra stampigliata la sigla **1K**, poi i tre condensatori elettrolitici rispettando la polarità **+/-** dei loro due terminali.
Come noterete, sul circuito stampato è presente un segno **+** vicino al foro in cui dovete inserire il terminale **positivo** di ogni condensatore.

Quando inserite il transistor metallico **TR1** non dovete spingere a fondo il suo corpo nel circuito stampato, ma lo dovete tenere sollevato da questo per l'intera lunghezza dei suoi terminali, posizionando la piccola sporgenza di **riferimento** che lo caratterizza come abbiamo illustrato in fig.517.

Gli ultimi componenti da inserire nello stampato sono il pulsante **P1** e l'interruttore **S1**.

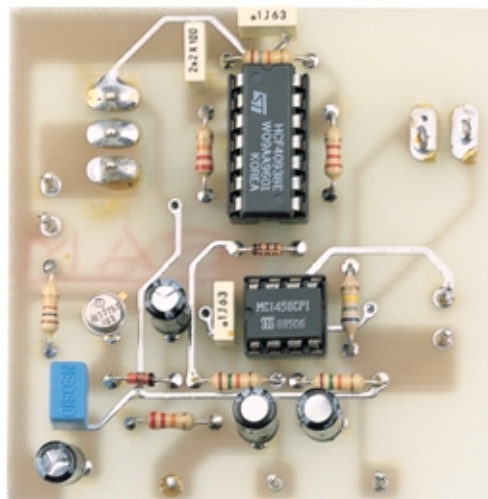



Fig.519 Una volta inseriti tutti i componenti nella basetta del circuito stampato questa si presenterà come nella foto.
Nei fori ai quali andranno collegati i fili dei componenti esterni dovrete inserire i piccoli terminali a spillo presenti nel kit.

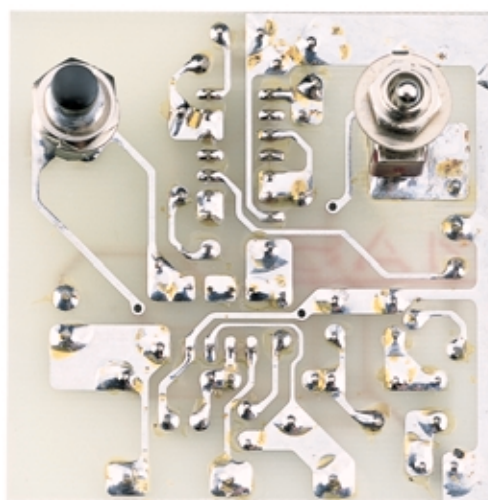



Fig.520 Lo stesso stampato visto dal lato delle saldature. Facciamo presente che tutte le piste in rame del circuito stampato che vi forniremo nel kit, risultano protette da una speciale vernice.

Fig.521 Prima di fissare le tre boccole D-G-S sulla mascherina dovrete sfilare la rondella di plastica posteriore, poi inserire il corpo della boccola nella mascherina e nel retro la rondella isolante.

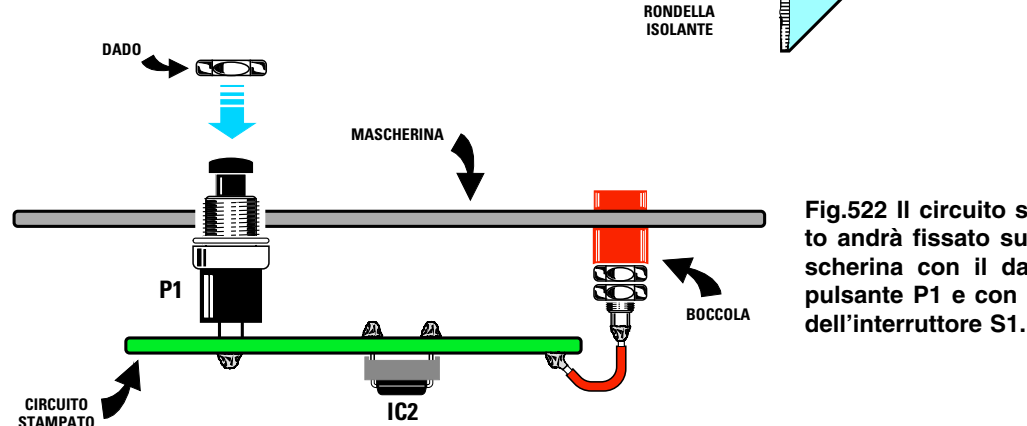



Fig.522 Il circuito stampato andrà fissato sulla mascherina con il dado del pulsante P1 e con il dado dell'interruttore S1.

Dopo aver montato tutti questi componenti, potete inserire nello zoccolo **grande** l'integrato **IC1** (CD.4093), rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** verso la resistenza **R2** e nello zoccolo più **piccolo** l'integrato **IC2** (CA.1458) rivolgendo la tacca di riferimento, sempre a forma di **U**, verso sinistra, cioè verso il condensatore **C7**.

Prima di fissare il circuito stampato sul pannello del mobile (vedi fig.516), dovete saldare i due fili che andranno collegati allo strumento, poi i tre fili che andranno collegati alle boccole **D-G-S** e i due fili della **presa pila**, tenendo presente che il filo **rosso** andrà saldato sulla pista contrassegnata **+** ed il filo **nero** sulla pista contrassegnata **–**.

Prima di inserire le tre boccole **D-G-S** nel pannello del mobile, dovete sfilare dai loro corpi i due **dadi** e la rondella in **plastica** e, dopo aver infilato il corpo della rondella nel pannello, dovete reinserire la boccola e fissare il tutto con i dadi (vedi fig.521).

Per fissare la basetta del circuito stampato sul pannello del mobile dovete usare i dadi del pulsante **P1** e dell'interruttore **S1** (vedi fig.522).

COME si usa lo STRUMENTO

Per testare un **fet** è indispensabile conoscere la disposizione dei tre terminali **D-G-S** e ciò non dovrebbe costituire per voi un problema, perchè in tutti gli schemi elettrici in cui viene usato un **fet** è sempre riportata la disposizione di questi tre terminali **vista** da **sotto**, cioè dal lato in cui fuoriescono dal suo corpo.

Una volta individuati i tre terminali **D-G-S**, li dovete collegare ai rispettivi coccodrilli e, acceso lo strumento, dovete semplicemente premere il pulsante **P1** e leggere sullo strumentino il valore della tensione **Vgs**.

- Se il **fet** è in **cortocircuito** la lancetta dello strumento devierà completamente sul **fondo scala.**

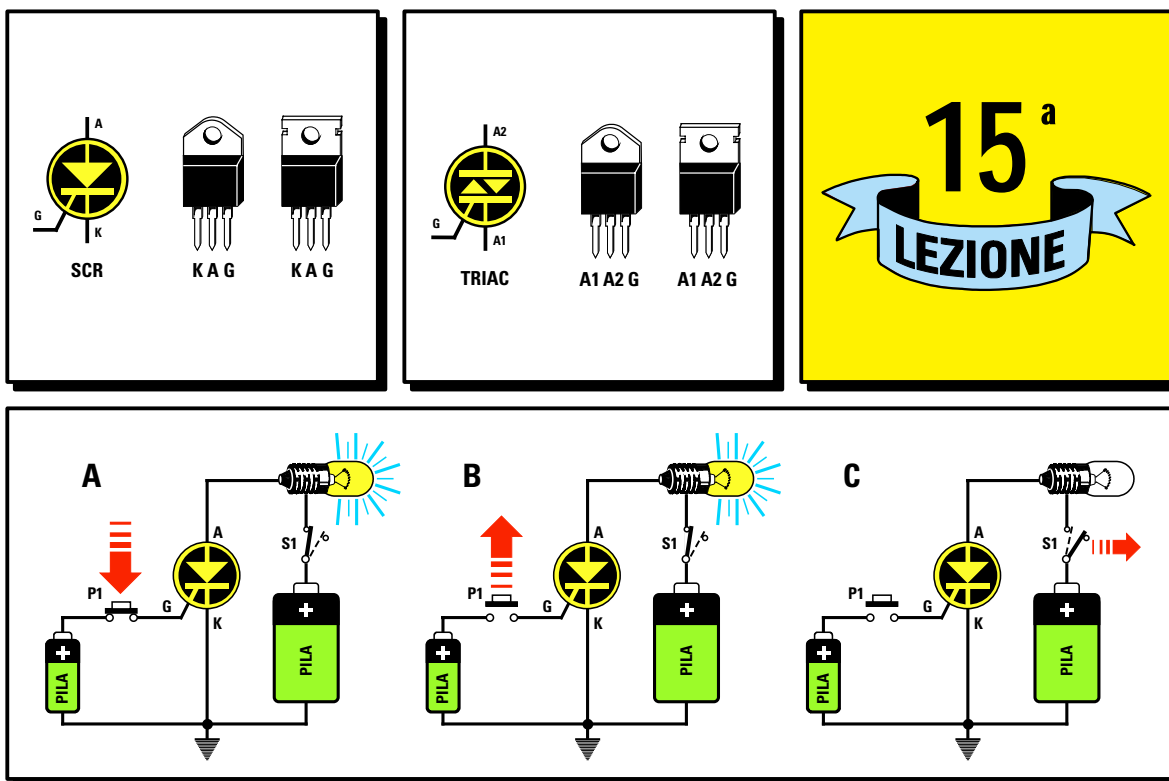
- Se il fet è internamente **aperto** la lancetta rimarrà immobile sullo **0** oppure devierà leggermente verso sinistra.

Facciamo presente che se invertite i tre terminali **D-G-S** lo strumento potrà indicare erroneamente che il fet risulta in corto o bruciato a seconda dei terminali che avete invertito.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo del kit **LX.5018** completo di circuito stampato e di tutti i componenti richiesti (vedi fig.517), cioè **mobile** con pannello forato e serigrafato, **voltmetro**, **integrati**, **resistenze**, **diodi**, boccole complete di **banane** e **coccodrilli**.......................L.75.000

Costo del solo stampato **LX.5018**............L. 5.000

Ai prezzi riportati, già comprensivi di IVA, andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

In questa Lezione affrontiamo i **diodi SCR** ed i **diodi TRIAC** spiegandovi le caratteristiche che li differenziano e i loro diversi comportamenti nel caso in cui si applichi una tensione **continua** o **alternata** sull'**Anodo** e sul **Gate**. Poichè sappiamo che **sperimentando** in **pratica** quello che si è appreso con la **teoria** si riesce a comprendere meglio come funzionano questi componenti, vi consigliamo di costruire il semplice ed istruttivo circuito **didattico** siglato **LX.5019**.

A completamento di questa Lezione sui diodi **SCR** e **TRIAC** vi proponiamo due progetti che non mancheranno di suscitare un certo interesse. Il circuito che abbiamo chiamato **varilight** serve per variare la **luminosità** di una **lampada** a filamento da **220 volt** dal suo massimo al suo minimo.
Quello chiamato **luci psichedeliche** gestisce l'accensione di tre lampadine colorate a **suon** di **musica**. Questo secondo circuito è identico a quello installato nelle **discoteche**, con la sola e unica differenza che nel nostro progetto vengono utilizzate delle minuscole lampade da **12 volt** anzichè delle **potenti** lampade da **220 volt**.

Se avete seguito tutte le nostre Lezioni, sarete già riusciti a montare e a far funzionare diversi circuiti, e vi sarete resi conto che l'elettronica, se spiegata in modo semplice e con tanti disegni ed esempi pratici, non è poi così difficile come inizialmente supponevate.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per farvi capire come funzionano i **diodi** chiamati **SCR** e **Triac** utilizzati in diversi circuiti elettronici, abbiamo pensato di paragonarli a dei **relè**, di considerarli cioè come se fossero composti da una **bobina** di **eccitazione** e da due **contatti** meccanici usati come **interruttori**.

Se ai capi della bobina **non** viene applicata nessuna tensione, i suoi **contatti** rimangono **aperti** e di conseguenza la lampadina resta **spenta non** giungendo su di essa la richiesta tensione di alimentazione (vedi fig.523).

Applicando una tensione ai capi della bobina, il relè si ecciterà **chiudendo** automaticamente i suoi contatti e in queste condizioni la lampadina si **accenderà** (vedi fig.524).

Nota = Anche se abbiamo paragonato questi **diodi** a dei **relè**, facciamo presente che al loro interno **non** è presente **nessuna** bobina e nessun **contatto** meccanico.

A differenza dei **relè**, che risultano sempre molto **lenti** nell'aprire e chiudere i loro **contatti**, i diodi **SCR** e **Triac** sono invece **super veloci**, perchè **non** dotati di parti meccaniche in movimento e per tale motivo questi **diodi** trovano un largo impiego in tutte quelle apparecchiature elettroniche in cui occorre **commutare** molto **velocemente** delle tensioni e delle correnti.

Il diodo chiamato SCR

Il diodo **SCR** (**S**ilicon **C**ontrolled **R**ectifier) viene raffigurato negli schemi elettrici con il simbolo grafico visibile in fig.527, cioè con un **cerchio** al cui interno è presente un **diodo raddrizzatore** provvisto di un **terzo** terminale chiamato **Gate**.

In pratica i diodi **SCR** si presentano con la medesima forma e dimensione di un comune transistor di potenza (vedi fig.527).

Le lettere riportate sui tre terminali che fuoriescono dal cerchio indicano:

A = Anodo (terminale da collegare al **carico**)
K = Catodo (terminale da collegare a **massa**)
G = Gate (terminale di **eccitazione**)

In fig.525, in **serie** al terminale del **Gate** ed anche a quello dell'**Anodo** abbiamo disegnato un **diodo raddrizzatore** per farvi capire che, attraverso questi terminali, possono passare le **sole** tensioni di polarità **positiva** (vedi fig.526).

Sul terminale **Anodo** va sempre applicata la **lampadina** o il **motore** che si desidera alimentare.

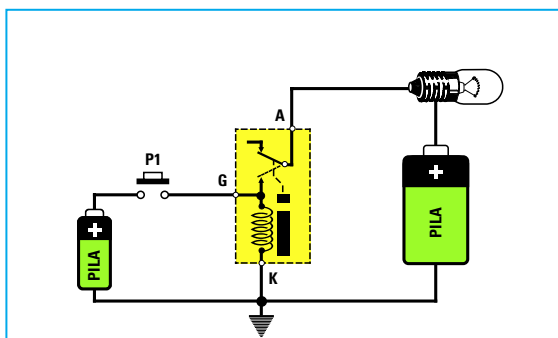



Fig.523 Tutti sanno che un relè è composto da una bobina di eccitazione e da due contatti che si chiudono soltanto se ai capi della bobina viene applicata una tensione sufficiente per eccitarla.

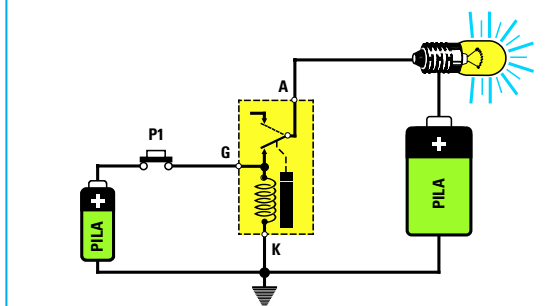



Fig.524 La lampada, collegata al terminale A, si accende non appena viene premuto P1. Lasciando il pulsante la lampada rimarrà accesa perchè la tensione presente sul terminale A passerà sulla bobina.

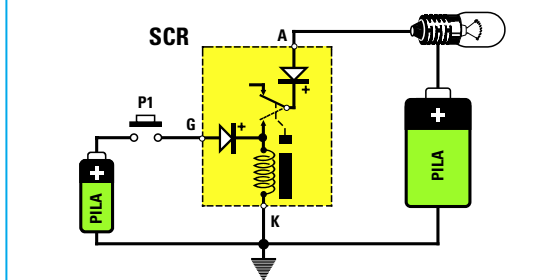



Fig.525 Un diodo SCR si differenzia da un relè anche perchè, in serie al terminale Gate e al terminale Anodo, risulta inserito un diodo raddrizzatore che provvede a lasciar passare le sole tensioni positive.

Il terminale **Catodo** va invece collegato a **massa**.

Sul terminale **Gate** va sempre applicata una tensione o un impulso di polarità **positiva** per poterlo **eccitare**.

Non appena l'**SCR** si eccita, al suo interno vengono **cortocircuitati** i due terminali **Anodo-Catodo**, quindi una eventuale lampadina collegata al suo **Anodo** si **accenderà.**

Sul corpo di ogni diodo **SCR** è sempre stampigliata una **sigla**; pertanto dalle caratteristiche fornite dalla Casa Costruttrice è possibile desumere quale **tensione** o **corrente massima** esso può accettare, cioè sapere se il diodo può essere alimentato con una tensione di **200-600-800 volt** e può essere in grado di alimentare dei circuiti che assorbono correnti di **5-8-10 amper**.

Facciamo presente che un diodo **SCR** da **600-800 volt 10 amper** funziona anche con tensioni e correnti **minori**, quindi potremo tranquillamente alimentarlo con tensioni di **50-20-12-4,5 volt** e collegare al suo **Anodo** dei circuiti che assorbono correnti di soli **0,5-0,1 amper**.

Se alimentiamo un diodo **SCR** con una tensione di **12 volt**, dovremo collegare al suo **Anodo** una **lampadina** o un qualsiasi altro carico che funzioni con una tensione di **12 volt**.

Fig.526 Se applicheremo il positivo di una pila su un diodo collegato come visibile in figura, la lampadina si accenderà, se invece applicheremo il negativo della pila la lampadina rimarrà spenta.

Fig.527 Sulla sinistra il simbolo grafico del diodo SCR e sulla destra le sue reali dimensioni con i tre piedini K-A-G.

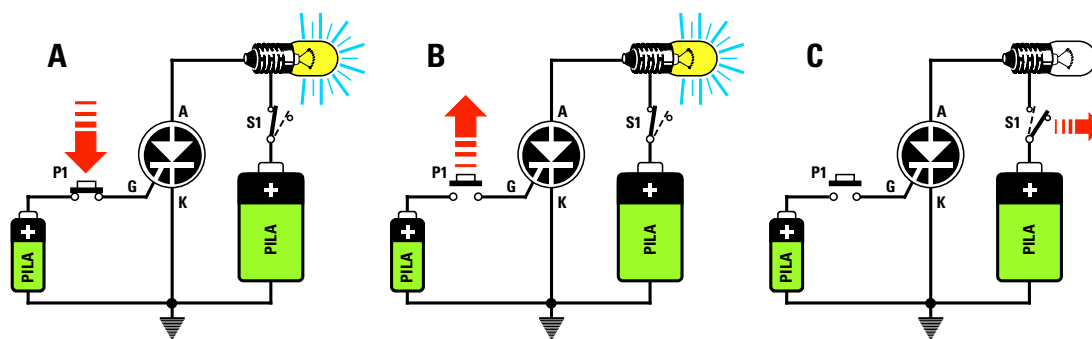



Fig.528 Se rivolgiamo il positivo di una pila verso il Gate di un SCR e il positivo di una seconda pila verso la lampadina collegata all'Anodo, basterà premere il pulsante P1 per farla accendere (vedi A). Lasciando il pulsante la lampadina non si spegnerà (vedi B). Per spegnerla occorre togliere la tensione sull'Anodo tramite l'interruttore S1 (vedi C).

Se lo alimentiamo con una tensione di **220 volt**, dovremo ovviamente collegare al suo **Anodo** una **lampadina** o un qualsiasi altro carico che funzioni con una tensione di **220 volt**.

Per **eccitare** un **SCR** occorre sempre applicare sul suo **Gate** una tensione in grado di fornire una **corrente** più che sufficiente per poterlo portare in conduzione.

Gli **SCR** piu' **sensibili** possono essere eccitati con correnti di **Gate** di **5-10 mA**.

Quelli **meno sensibili** possono essere eccitati con correnti di **Gate** di **20-30 mA**.

Sui terminali **Anodo-Catodo** di un diodo **SCR** possiamo applicare sia una tensione **continua** che una tensione **alternata**, ottenendo nei due casi un funzionamento completamente diverso.

SCR alimentato con una tensione CONTINUA

Se alimentiamo l'**Anodo** e il **Gate** di un **SCR** con una tensione di polarità **positiva** (vedi fig.528) otterremo queste condizioni:

- Quando premiamo il pulsante **P1**, sul suo **Gate** giungera' un impulso **positivo** che, **eccitando** il diodo **SCR**, lo porterà in conduzione facendo cosi' **accendere** la lampadina che avremo collegato al suo **Anodo** (vedi fig.528-A).

- Lasciando il pulsante **P1** noteremo che la lampadina **non** si **spegnerà** (vedi fig.528-B).

- Per **spegnere** la lampadina dovremo togliere la **tensione** di alimentazione dal suo **A**nodo **aprendo** l'interruttore **S1** (vedi fig.528-C).

- Chiudendo nuovamente l'interruttore **S1** la lampadina rimarrà **spenta**, perchè l'**SCR** per portarsi nuovamente in conduzione deve ricevere sul suo **Gate** la necessaria tensione **positiva** di **eccitazione** (vedi fig. 528-A).

- Se sul **Gate** applichiamo una tensione di polarità **negativa** (vedi fig.529-A) e poi premiamo il pulsante **P1** il diodo **non** si **ecciterà**, anche se l'**Anodo** risulta alimentato con una tensione **positiva**.

- Se sul **Gate** applichiamo una tensione di polarità **positiva** ma sul suo **Anodo** applichiamo una tensione di polarità **negativa** (vedi fig.529-B), premendo il pulsante **P1**, il diodo **non** si **ecciterà**.

Detto questo, tutti avranno compreso che per poter **eccitare** un diodo **SCR** e' necessario che sul suo **Anodo** risulti sempre presente una tensione di polarità **positiva** e che sul suo **Gate** venga sempre applicato un **impulso** di polarità **positiva**.

SCR alimentato con una tensione ALTERNATA

Se alimentiamo l'**Anodo** di un **SCR** con una tensione **alternata** ed il suo **Gate** con una tensione **continua positiva** otterremo queste condizioni:

- Premendo il pulsante **P1**, il diodo **SCR** istantaneamente si porterà in conduzione facendo **accendere** la lampadina (vedi fig.530-A).

- Lasciando il pulsante **P1**, a differenza di quanto si verificava con l'alimentazione in **continua**, la

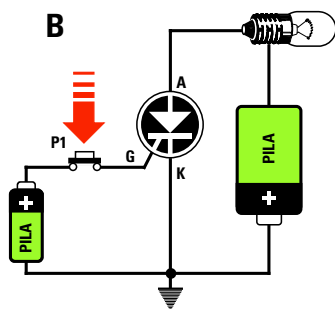
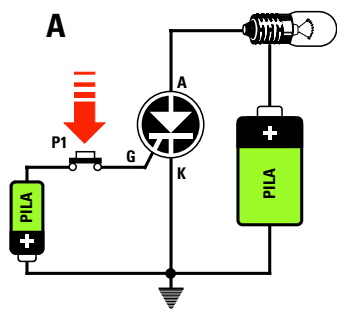



Fig.529 Se rivolgiamo il negativo di una pila verso il Gate, poi premiamo il pulsante P1, la lampadina non si accenderà (vedi A); lo stesso avviene collegando il negativo della seconda pila verso l'Anodo (vedi B).

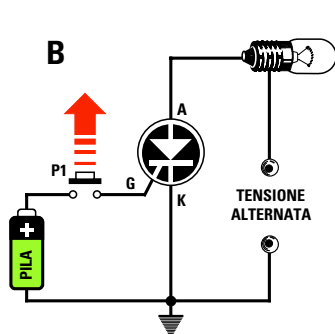
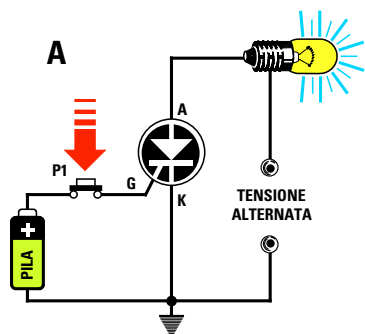



Fig.530 Se alimentiamo l'Anodo con una tensione alternata, poi rivolgiamo il positivo di una pila verso il Gate (vedi A), premendo P1 la lampadina si accenderà, ma non appena lo lasceremo questa subito si spegnerà (vedi B).

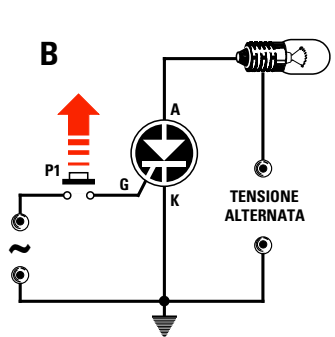
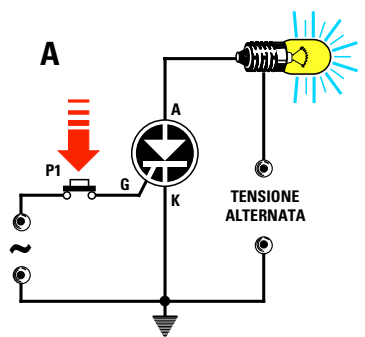



Fig.531 Se alimentiamo il Gate e l'Anodo del diodo SCR con una tensione alternata, non appena premeremo il pulsante P1 la lampadina si accenderà (A), ma appena lo lasceremo si spegnerà come nel caso della fig.530.

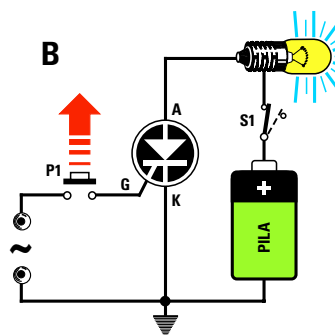
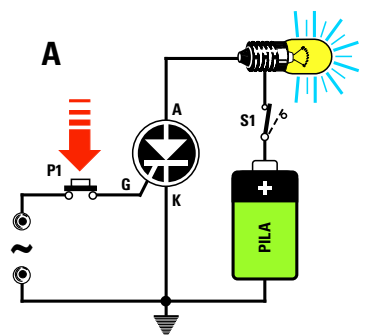



Fig.532 Se alimentiamo il solo Gate con una tensione alternata (vedi A), premendo P1 la lampadina si accenderà, ma lasciandolo non si spegnerà. Per poterla spegnere dovremo aprire l'interruttore S1.

lampadina si **spegnerà** (vedi fig.530-B).

Questo avviene perchè la **sinusoide** della tensione **alternata**, come già saprete, è composta da **semionde positive** e da **semionde negative**, quindi quando questa tensione invertirà la sua **polarità** si verifichera' la stessa condizione visibile in fig.529-B, cioè con il polo **negativo** della pila rivolto verso l'**Anodo**.

Per poter tenere **sempre accesa** la lampadina collegata ad un diodo **SCR** alimentato con una **tensione alternata**, dovremo sempre tenere premuto il pulsante **P1** (vedi fig.530-A).

Poichè i diodi **SCR** entrano in conduzione solo quando sul loro **Anodo** è presente la **semionda positiva**, ma **non** quando è presente la **semionda negativa**, la lampadina riceverà **metà** tensione.

Quindi se all'**Anodo** dell'**SCR** colleghiamo una lampadina da **12 volt** ed alimentiamo il circuito con una tensione **alternata** di **12 volt**, la lampadina riceverà una tensione di soli **6 volt**.
Per accendere una lampadina con una tensione **alternata** di **12 volt**, dovremo applicare sul suo **Anodo** una tensione **alternata** di **24 volt**.

Se all'**Anodo** dell'**SCR** colleghiamo una lampadina di **220 volt** ed alimentiamo il circuito con una tensione **alternata** di **220 volt**, la lampadina si accenderà come se ai suoi capi fosse applicata una tensione di **110 volt**, quindi emetterà **meno luce**.

Alimentando sia il suo **Anodo** che il suo **Gate** con una tensione **alternata** come visibile in fig.531 otterremo queste condizioni:

- Se premiamo il pulsante **P1** posto sul **Gate** la lampadina si **accenderà** (vedi fig.531-A) perchè le **semionde positive** della tensione **alternata** ci permetteranno di ottenere le stesse condizioni che abbiamo illustrato in fig.528-A.

- Non appena lasceremo il pulsante **P1** (vedi fig.531-B) la lampadina si **spegnerà**, perchè quando sull'**Anodo** giunge la **semionda negativa** della tensione **alternata** otterremo la stessa condizione che abbiamo esemplificato nella fig.529-B.

Se alimentiamo il solo **Gate** con una tensione **alternata** e l'**Anodo** con una tensione **continua** come visibile in fig.532 otterremo queste condizioni:

- Quando premiamo il pulsante **P1** e sul **Gate** giunge la **semionda positiva** della tensione **alternata**, il diodo **SCR** si ecciterà facendo **accendere** la lampadina collegata al suo **Anodo**.

- Lasciando il pulsante **P1** la lampadina **non** si **spegnerà**, perchè otterremo la stessa condizione illustrata nella fig.528-B.

Il diodo chiamato TRIAC

Il diodo **TRIAC** (**TRI**ode **A**lternate **C**urrent) viene disegnato negli schemi elettrici con il simbolo grafico visibile in fig.533, cioè con un **cerchio** al cui interno sono presenti due **diodi raddrizzatori** posti in **opposizione** di polarità, provvisti di un terzo terminale chiamato **Gate**.

Anche i diodi **Triac** presentano la stessa forma e dimensione di un normale transistor di potenza.

Le lettere riportate sui tre terminali che fuoriescono da questo cerchio significano:

A1 = Anodo del diodo 1
A2 = Anodo del diodo 2
G = Gate di eccitazione per i due diodi

Come visibile in fig.534, dove abbiamo raffigurato un Triac come se fosse un **relè**, in **serie** al terminale **Anodo** abbiamo disegnato due **diodi** raddrizzatori posti in **opposizione** di polarità, per farvi capire che un diodo serve per lasciare passare le sole tensioni di **polarità positiva** e l'altro diodo le sole tensioni di **polarità negativa**.

L'**Anodo 1** va sempre collegato a **massa**.

All'**Anodo 2** va sempre collegata la **lampadina** o il **motore** che si desidera alimentare.

Sul **Gate** occorre applicare una tensione per poterlo **eccitare**, non importa se di polarità **positiva** o **negativa**.

Quindi il terminale **Gate** di un **Triac**, a differenza di quello di un diodo **SCR**, può venire eccitato sia con una tensione **positiva** che **negativa**.

Quando si acquista un diodo **Triac** è sufficiente verificare le caratteristiche fornite dalla Casa Costruttrice in riferimento alla sigla stampigliata sul suo corpo, per sapere con quale **tensione** o **corrente massima** può lavorare, cioè per sapere se il diodo può essere alimentato con una tensione di **200-600-800 volt** e se al suo **Anodo 2** è possibile collegare dei carichi che assorbono delle correnti di **5-8-10 amper**.

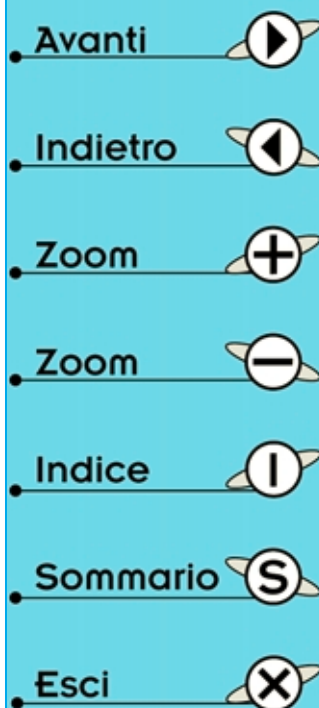
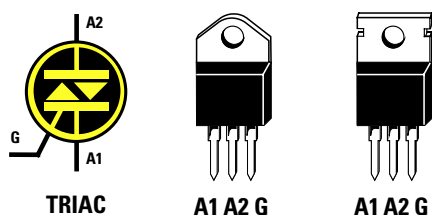



Fig.533 Sulla sinistra il simbolo grafico del diodo TRIAC e sulla destra le sue reali dimensioni con i tre piedini A1-A2-G.

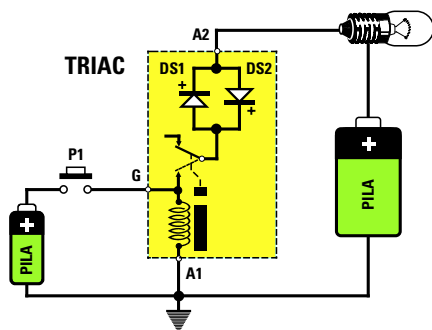



Fig.534 Un diodo TRIAC si differenzia da un diodo SCR perchè in serie al terminale Anodo risultano inseriti due diodi raddrizzatori posti in opposizione di polarità. Un diodo lascerà passare le sole tensioni positive e l'altro le sole tensioni negative.

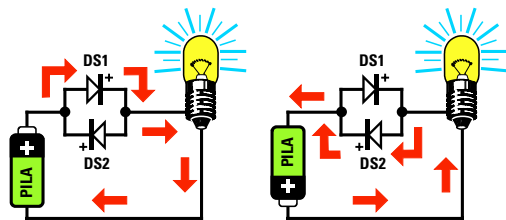



Fig.535 Quindi sui diodi DS1-DS2 possiamo applicare sia una tensione "continua" con polarità positiva o negativa che una tensione "alternata", perchè se non riesce a condurre il diodo DS1 condurrà il diodo DS2 oppure viceversa.

Facciamo presente che un diodo **Triac** da **600-800 volt 10 amper** funziona anche con tensioni e correnti **minori**, quindi lo potremo alimentare con tensioni di **50-20-12-4,5 volt** e potremo collegare al suo **Anodo 2** circuiti che assorbono correnti soltanto di **2-0,5-0,1 amper**.

Se alimentiamo un diodo **Triac** con una tensione di **12 volt**, dovremo collegare in **serie** al suo **Anodo 2** una **lampadina** o un qualsiasi altro carico che funzioni con una tensione di **12 volt**.

Se alimentiamo un diodo **Triac** con una tensione di **220 volt**, dovremo collegare al suo **Anodo 2** una **lampadina** o un qualsiasi altro carico che funzioni con una tensione di **220 volt**.

Per **eccitare** un **Triac** occorre applicare sul suo **Gate** una tensione o degli impulsi, in grado di fornirgli la **corrente** necessaria per portarlo in conduzione.

I **Triac** più **sensibili** possono essere eccitati con una corrente di soli **5-10 mA**.

Quelli **meno sensibili** possono essere eccitati solo facendo scorrere nel loro **Gate** una corrente di **20-30 mA**.

Le differenze che intercorrono tra un diodo **SCR** ed un diodo **Triac** possono essere così riassunte:

- il diodo **SCR** si **eccita** solo se sull'**Anodo** è presente una **polarità positiva** e solo quando sul suo **Gate** si applica una tensione di **polarità positiva**, mentre il diodo **Triac** si può **eccitare** applicando sia sul **Gate** che sugli **Anodi 1-2** una tensione **continua** o **alternata**, ottenendo nei due casi un funzionamento completamente diverso.

TRIAC alimentato con una tensione CONTINUA

Se in serie all'**Anodo 2** collochiamo una **lampadina** collegata al **positivo** di alimentazione, per portare in conduzione questo Triac dovremo applicare sul suo **Gate** una tensione non importa se di polarità **positiva** o **negativa**.

Se alimentiamo **l'Anodo 2** e il **Gate** con una tensione **positiva** (vedi fig.536) otterremo queste condizioni:

- Quando premeremo il pulsante **P1** sul **Gate** giungerà un impulso **positivo** che, portando il **Triac** in

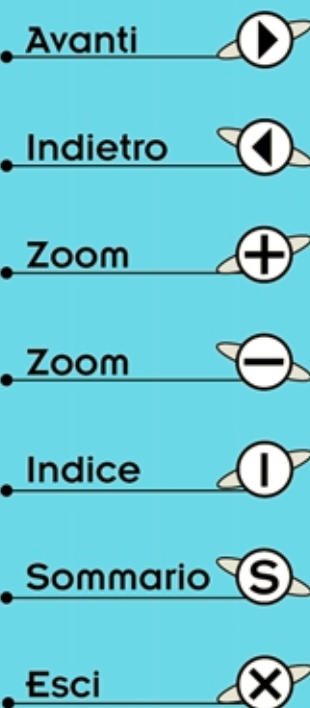
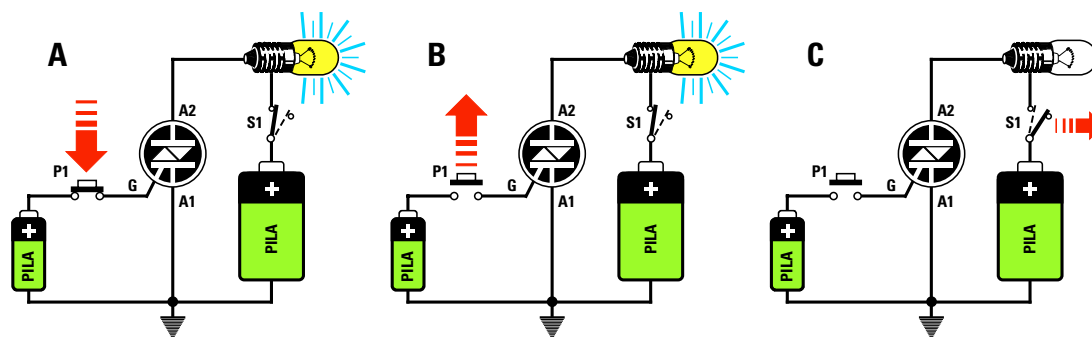



Fig.536 Se rivolgiamo il positivo di una pila verso il Gate di un TRIAC e il positivo di una seconda pila verso la lampadina collegata all'Anodo 2, basterà premere il pulsante P1 per farla accendere (vedi A). Lasciando il pulsante, la lampadina non si spegnerà (vedi B). Per spegnerla occorre togliere la tensione sull'A2 tramite l'interruttore S1 (vedi C).

conduzione, farà **accendere** la lampadina collegata all'**Anodo 2** (vedi fig.536-A).

- Lasciando il pulsante **P1** la lampadina **non** si spegnerà ma rimarrà **accesa** (vedi fig.536-B).

- Se vogliamo **spegnere** la lampadina dovremo togliere la tensione di alimentazione dall'**Anodo 2 aprendo** l'interruttore **S1** (vedi fig.536-C).

- Se torneremo a **chiudere** l'interruttore **S1** la lampadina rimarrà **spenta**, perchè il diodo **Triac** per portarsi in conduzione deve nuovamente ricevere sul suo **Gate** una tensione di **eccitazione**.

Se sul **Gate** applichiamo una tensione **negativa**, come visibile in fig.537-A non appena premeremo il pulsante **P1** il **Triac** si **ecciterà** e nuovamente la lampadina si **accenderà**.

Se **invertiamo** la polarità della pila anche sul suo **Anodo 2** (vedi fig.537-B), premendo **P1** nuovamente la lampadina si **accenderà**, perchè all'interno di un **Triac** sono presenti **due diodi** in **opposizione** di polarità, quindi se non conduce il **diodo 1** conduce il **diodo 2**.

Per **diseccitare** un diodo **Triac** alimentato con una **tensione continua** occorre sempre togliere la tensione all'**Anodo 2** tramite l'interruttore **S1** come avveniva per i diodi **SCR**.

TRIAC alimentato con una tensione ALTERNATA

Se alimentiamo l'**Anodo 2** con una tensione **alternata** ed il **Gate** con una tensione **continua** otterremo queste condizioni:

- Se applicheremo sul **Gate** una tensione **positiva** (vedi fig.538-A) oppure **negativa**, non appena premeremo il pulsante **P1** il **Triac** si porterà subito in conduzione e la lampadina si **accenderà**.

- Rilasciando il pulsante **P1** la lampadina si **spegnerà** perchè, quando la **sinusoide** della tensione **alternata** passa dalla **semionda positiva** a quella **negativa**, per una frazione di **secondo** sull'**Anodo 2** la tensione assume un valore di **0 volt**, quindi otterremo la stessa condizione che si verificherebbe se **aprissimo** l'interruttore **S1**.

- Se volessimo tenere **sempre accesa** la lampadina dovremo tenere premuto **P1**.

A differenza del diodo **SCR** dalla cui uscita si prelevava una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione, sull'uscita del diodo **Triac** alimentato con una **tensione alternata**, preleveremo sempre la tensione di alimentazione **totale** perchè questo conduce sia con le **semionde positive** che con quelle **negative**.

Quindi se all'**Anodo 2** del **Triac** colleghiamo una lampadina da **12 volt** ed alimentiamo il circuito con una tensione alternata di **12 volt**, la lampadina riceverà la tensione **totale** di **12 volt**.

Se all'**Anodo 2** del **Triac** colleghiamo una lampadina da **220 volt** ed alimentiamo il circuito con una tensione di **220 volt**, questa riceverà la tensione **totale** di **220 volt**.

Se alimentiamo sia l'**Anodo** che il **Gate** con una tensione **alternata** (vedi fig.539) otterremo queste condizioni:

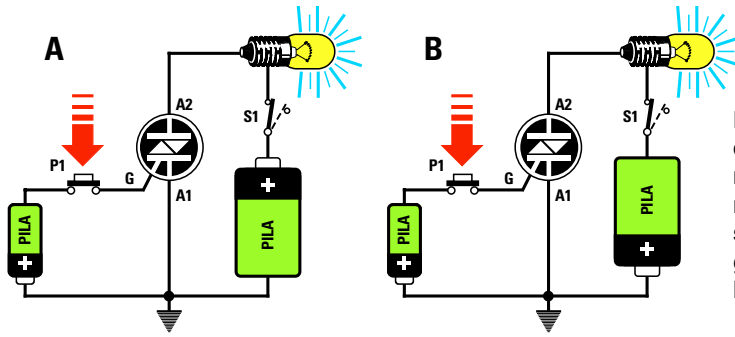



Fig.537 Se rivolgiamo il negativo di una pila verso il Gate, poi premiamo il pulsante P1, la lampadina si accenderà (vedi A) e lo stesso avviene se collegheremo il negativo della seconda pila verso l'Anodo (vedi B).

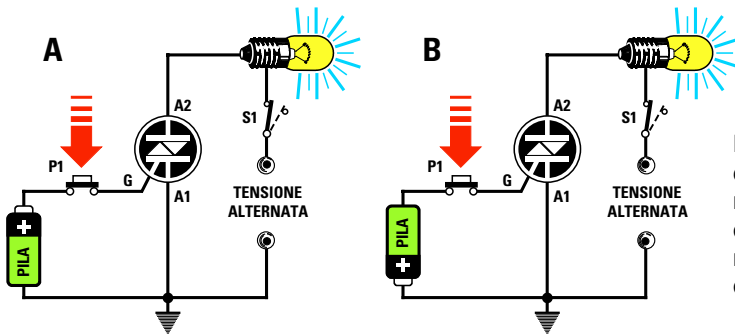



Fig.538 Se alimentiamo l'Anodo con una tensione alternata, premendo P1 la lampadina si accenderà sia che verso il Gate risulti rivolto il negativo che il positivo di una pila (vedi A-B).

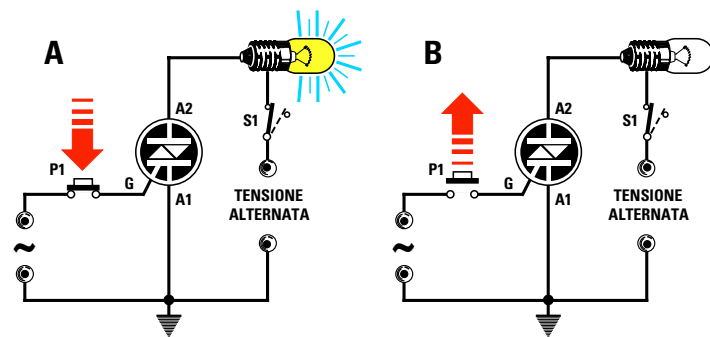



Fig.539 Se alimentiamo il Gate e l'Anodo 2 del diodo Triac con una tensione alternata, non appena premeremo il pulsante P1 la lampadina si accenderà (A), ma non appena lo lasceremo la lampadina subito si spegnerà.

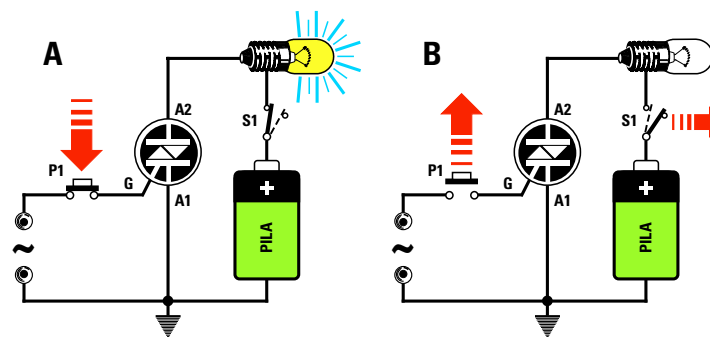



Fig.540 Se alimentiamo il solo Gate con una tensione alternata (vedi A), premendo P1 la lampadina si accenderà, ma lasciandolo non si spegnerà. Per poterla spegnere dovremo aprire l'interruttore S1 (vedi B).

- Premendo il pulsante **P1** applicato sul **Gate**, la lampadina si **accenderà** perchè in presenza di **semionde positive** o **negative** abbiamo sempre uno dei **due** diodi posti in opposizione di polarità, che lascerà passare la tensione come abbiamo illustrato nelle figg.537 - 538.

- Non appena lasceremo il pulsante **P1** la lampadina si **spegnerà**, perchè quando la **sinusoide** della tensione **alternata** invertirà la sua **polarità**, la tensione sull'**Anodo 2** assumerà per una frazione di **secondo** un valore di **0 volt**, quindi otterremo la stessa condizione che si determinerebbe se **aprissimo** per un istante l'interruttore **S1**.

Se alimentiamo il solo **Gate** con una tensione **alternata** e l'**Anodo** con una tensione **continua** come visibile in fig.540 otterremo queste condizioni:

- Quando premiamo il pulsante **P1** e sul **Gate** giunge la **semionda positiva** della tensione **alternata** il diodo **SCR** si ecciterà facendo **accendere** la lampadina collegata al suo **Anodo**.

- Rilasciando il pulsante **P1** la lampadina **non** si **spegnerà** perchè si verrà a determinare la stessa condizione visibile nella fig.536 B.

DIODI di POTENZA

Nelle figg.527-533 abbiamo disegnato il **corpo** dei diodi **SCR** e **Triac** più comunemente reperibili, in grado di alimentare dei circuiti che assorbono **correnti** che non superano i **10 amper**.

Esistono dei diodi **SCR** e **Triac** usati in campo industriale in grado di alimentare dei circuiti che assorbono **correnti** molto elevate, ad esempio **50** e anche **100 amper**.
Il **corpo** di questi diodi di **potenza**, come potete vedere in fig.541, ha la forma di un grosso **bullone** metallico provvisto di **due** soli terminali.

Il terminale più **sottile** è sempre il **Gate**, mentre il terminale più **grosso** è l'**Anodo** se questo è un diodo **SCR**, oppure l'**Anodo 2** se è un diodo **Triac**.

Il lato **filettato** è sempre il **Catodo** se il diodo è un **SCR**, oppure l'**Anodo 1** se è un **Triac**.

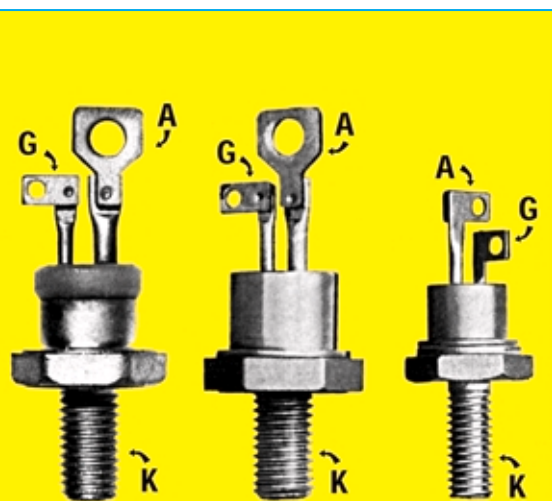



Fig.541 Esistono degli SCR di potenza utilizzati in campo industriale che hanno un corpo a forma di bullone. Questi diodi sono in grado di alimentare dei circuiti che assorbono anche 50-100 Amper. La vite di questo bullone è il K, il terminale più lungo è l'Anodo ed il più corto il Gate.

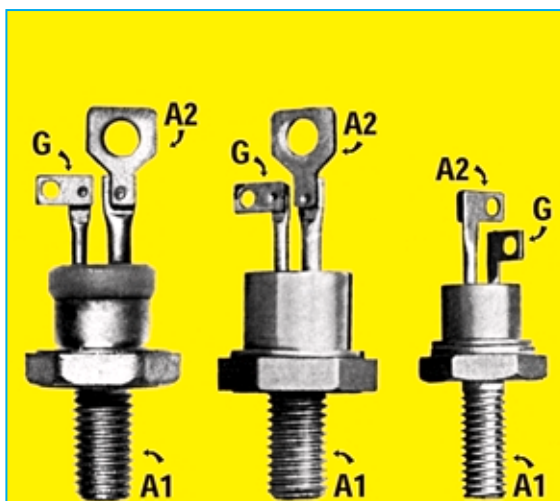



Fig.542 Anche i Triac di potenza hanno un corpo simile a quello degli SCR. Per stabilire se un diodo è un SCR o un Triac basta alimentare il suo Anodo con una tensione negativa di 12 volt. Se la lampadina non si accende (vedi fig.529) è un SCR se si accende (vedi fig.537) è un Triac.

Con questo progetto potete subito vedere come si comporta un diodo SCR o Triac quando sui suoi terminali viene applicata una tensione continua oppure alternata.

CIRCUITO didattico LX.5019 per SCR e TRIAC

Per tenere bene a mente quale differenza esiste tra un diodo **SCR** ed un **Triac**, oppure come si comportano questi componenti se alimentati con una **tensione continua** o **alternata**, non c'è niente di meglio che **vederli** funzionare e per tale motivo vi proponiamo questo semplice kit.

Per realizzare questo circuito **didattico** per **SCR** e **Triac** dovete procurarvi il kit siglato **LX.5019** composto da un **circuito stampato** già inciso e forato, da un diodo **SCR**, da un diodo **Triac**, da due lampadine da **12 volt** e da tutti gli altri componenti necessari per farlo funzionare.

SCHEMA ELETTRICO

Iniziamo la descrizione dello schema elettrico riportato in fig.543 dal trasformatore siglato **T1** provvisto di un avvolgimento **primario** da collegare ai **220 volt** delle rete e dal **secondario** idoneo a fornire una tensione di **12+12 volt**.

La **presa centrale** di questo trasformatore viene utilizzata per alimentare sia il terminale **K** del diodo **SCR** che il terminale **Anodo 1** del diodo **Triac**.

Alle due estremità dei **12+12 volt** di questo trasformatore risultano collegati due **diodi raddrizzatori** siglati **DS1-DS2**.
Il diodo **DS1** viene utilizzato per raddrizzare le sole **semionde positive** della tensione **alternata** ed il diodo **DS2** le sole semionde **negative**.

Le tensioni raddrizzate vengono filtrate dai due condensatori **elettrolitici** siglati **C1-C2** per ottenere una tensione perfettamente **continua** di polarità **positiva** dal diodo **DS1** e una di polarità **negativa** dal diodo **DS2**.
Da una sola estremità del secondario, e prima del diodo raddrizzatore **DS1**, viene prelevata una tensione **alternata** di **12 volt**, che serve per alimentare, tramite il commutatore **S2**, i terminali **A** dell'SCR e **A2** del Triac e, tramite il commutatore **S3**, i terminali **Gate** di questi due diodi.

Le tre tensioni di polarità **positiva-negativa** o **alternata** giungeranno sui due commutatori rotativi siglati **S2-S3**.

Ruotando il commutatore **S2** sulla posizione **1**, gli **anodi** dell'**SCR** e del **Triac** vengono alimentati con una tensione **negativa**.

Ruotando il commutatore **S2** sulla posizione **2**, gli **anodi** dell'**SCR** e del **Triac** vengono alimentati con una tensione **positiva**.

Ruotando il commutatore **S2** sulla posizione **3**, gli **anodi** dell'**SCR** e del **Triac** vengono alimentati con una tensione **alternata**.

Ruotando il commutatore **S3** sulla posizione **1**, i **Gate** dell'**SCR** e del **Triac** vengono alimentati con una tensione **negativa**.

Ruotando il commutatore **S3** sulla posizione **2**, i

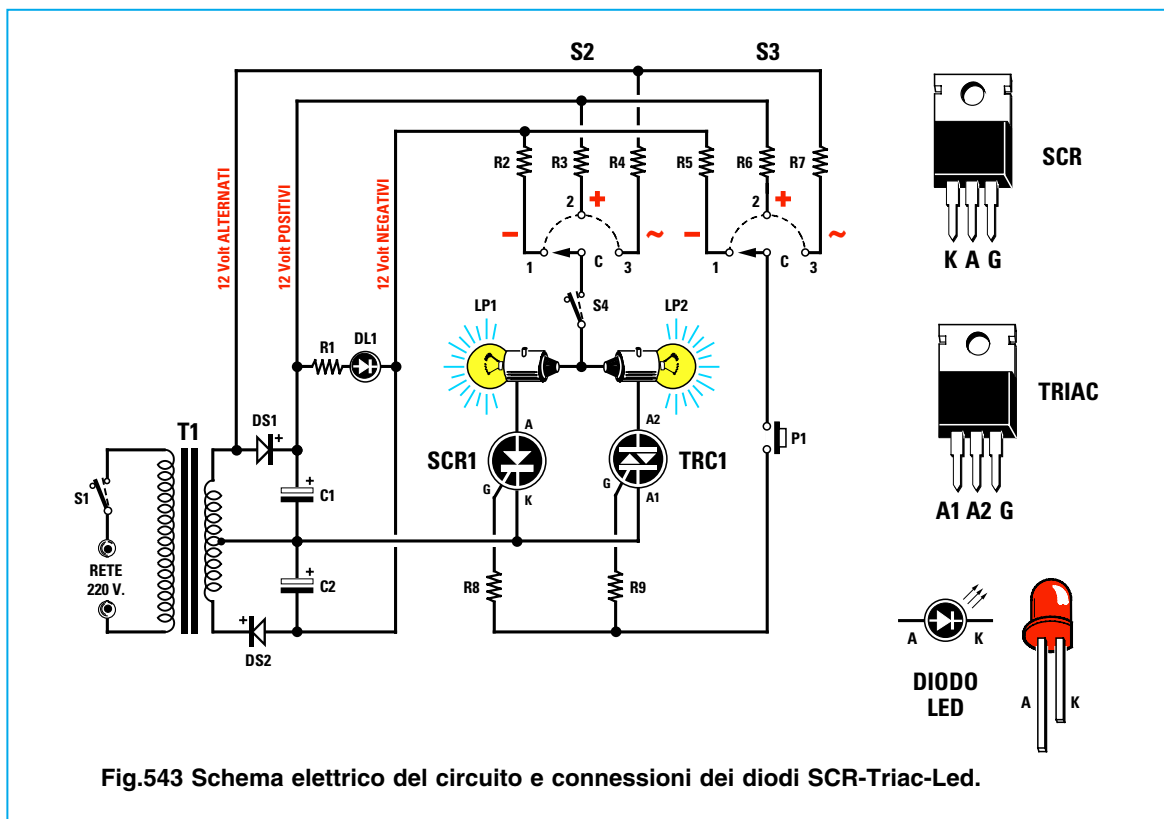



Fig.543 Schema elettrico del circuito e connessioni dei diodi SCR-Triac-Led.

Gate dell'**SCR** e del **Triac** vengono alimentati con una tensione **positiva**.

Ruotando il commutatore **S3** sulla posizione **3** i **Gate** dell'**SCR** e del **Triac** vengono alimentati con una tensione **alternata**.

Utilizzando questi commutatori si possono ottenere tutte le combinazioni necessarie per verificare se un **SCR** o un **Triac** funzionano come descritto nel testo.

La tensione prelevata dal cursore del commutatore **S2** verrà applicata alle lampadine **LP1-LP2** da **12 volt** collegate all'**SCR** ed al **Triac** passando attraverso il deviatore siglato **S4**, che ci servirà per togliere la tensione quando, **innescati** i due diodi con una tensione **continua**, vorremo **spegnere** le due lampadine.

La tensione prelevata dal cursore del commutatore **S3** arriverà sul pulsante **P1** che, se premuto, farà giungere sul **Gate** dell'**SCR** e del **Triac** la necessaria corrente di eccitazione.

Il diodo led **DL1**, collegato tra i due estremi della tensione positiva e negativa, viene utilizzato come lampadina **spia** per poter stabilire quando il circuito risulta alimentato dalla tensione di rete.

ELENCO COMPONENTI LX.5019

R1 = 1.200 ohm 1/4 watt
R2 = 4,7 ohm 1/2 watt
R3 = 4,7 ohm 1/2 watt
R4 = 4,7 ohm 1/2 watt
R5 = 4,7 ohm 1/2 watt
R6 = 4,7 ohm 1/2 watt
R7 = 4,7 ohm 1/2 watt
R8 = 470 ohm 1/2 watt
R9 = 470 ohm 1/2 watt
C1 = 1.000 mF elettrolitico
C2 = 1.000 mF elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DS2 = diodo tipo 1N.4007
DL1 = diodo led
SCR1 = SCR 800 V. 8 A.
TRC1 = Triac 500 V. 5 A.
T1 = trasform. 25 watt (T025.04)
sec. 12+12 V. 1 A.
S1 = deviatore
S2 = commutatore 4 vie 3 pos.
S3 = commutatore 4 vie 3 pos.
S4 = deviatore
P1 = pulsante
LP1 - LP2 = lampade 12 V. 3 W.

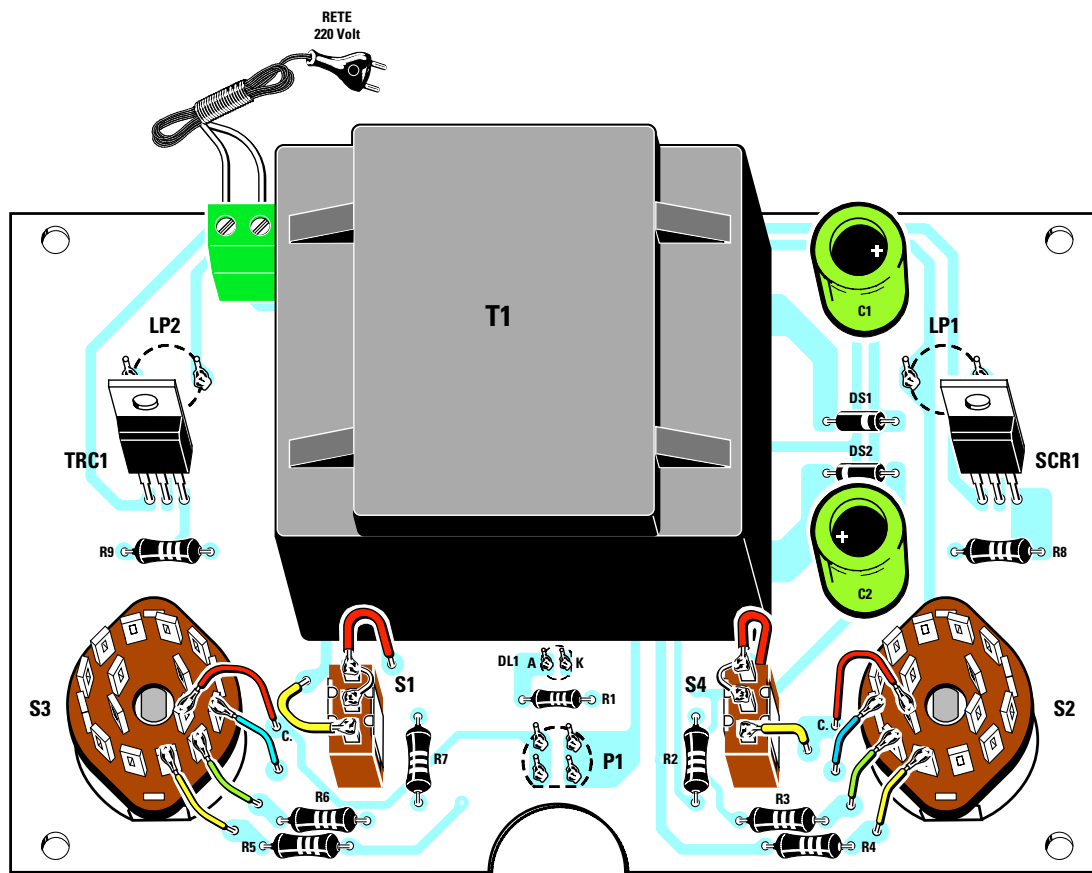



Fig.544 Schema pratico di montaggio. Per distinguere il diodo SCR dal Triac dovrete controllare la sigla stampigliata sui loro corpi. Il diodo SCR è contraddistinto dalla sigla TYN.808, mentre il Triac dalla sigla BTA.10.
Come potete vedere nel disegno, i terminali centrali dei deviatore S1-S4 vanno collegati con uno spezzone di filo al terminale superiore. Poichè i commutatori rotativi S3-S2 sono composti da 4 Settori a 3 Vie, dovrete collegare il filo C al terminale del settore prescelto, quindi cercate di rispettare le connessioni visibili nel disegno.

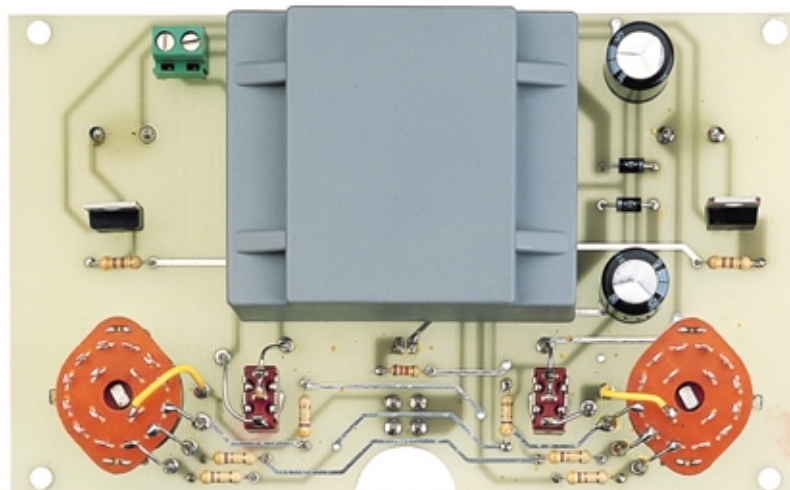



Fig.545 Foto dello stampato con tutti i componenti.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel kit siglato **LX.5019** troverete tutti i componenti necessari per realizzare questo circuito, compresi lo stampato già forato, il trasformatore di alimentazione, ecc.

Prima di iniziare il montaggio vi consigliamo di accorciare di **14 mm** i perni dei due commutatori rotativi **S2-S3**, diversamente le manopole rimarrebbero troppo sollevate rispetto il pannello frontale.

Eseguita questa operazione, potete fissare i due commutatori sul circuito stampato stringendo il loro **dado** di fissaggio e collegare, con dei corti spezzoni di filo, i quattro terminali visibili in fig.544 ai fori presenti sul circuito stampato.
Poichè sul corpo di questi commutatori sono presenti **4** settori a **3 vie** dei quali **uno** solo dovrà essere utilizzato, fate attenzione a non collegare erroneamente il filo al terminale **C** di un settore diverso da quello stabilito, perchè in tal caso il circuito **non** funzionerà.

Completata questa operazione, potete inserire nello stampato le resistenze **R1-R2-R3** ed i due diodi **DS1-DS2** rispettandone la polarità.
Quindi, quando inserite **DS1** nello stampato dovete fare attenzione a rivolgere il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca** verso **destra** e, quando inserite **DS2**, a rivolgere il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca** verso **sinistra** (vedi fig.544).
Su questo stesso lato dello stampato montate la morsettiera a **2 poli** per il cordone di rete dei **220 volt**, quindi i due condensatori elettrolitici **C1-C2** rispettando la polarità dei loro due terminali.
Come già saprete, il terminale **più lungo** che fuoriesce dal loro corpo è sempre il **positivo**, quindi il terminale **+** di **C1** va rivolto verso **destra** e quello di **C2** verso **sinistra**.
Proseguendo nel montaggio, sul lato **destro** dello stampato collocate il diodo **SCR**, che presenta stampigliata sul corpo la sigla **TYN.808** e sul lato **sinistro** il diodo **Triac** contraddistinto dalla sigla **BTA.10**.
Come potete vedere in fig.544 e anche nelle foto, il lato **metallico** di questi due componenti va rivolto verso l'alto.
Da questo lato dello stampato andrà inserito anche il trasformatore di alimentazione **T1**.
A questo punto, capovolgete il circuito stampato ed inserite tutti i componenti visibili in fig.547.

In alto montate i due **portalampada**, in basso i due **interruttori** a levetta **S1** e **S4** ed al centro il **pulsante P1** e il diodo **led**.

Per quanto riguarda il diodo led, fate attenzione ad inserire il terminale **più lungo** nel foro di sinistra contrassegnato dalla lettera **K**.
Se invertirete i due terminali **A-K**, il diodo led **non** si accenderà.

Quando inserite il pulsante **P1** dovete controllare da che lato del suo corpo risulta presente la **smussatura** perchè, come visibile in fig.547, questa va rivolta verso il **basso**.
Se orienterete questa smussatura diversamente da quanto indicato, non riuscirete ad eccitare i **Gate** dei due diodi, SCR e Triac.

Fig.546 Il circuito stampato va fissato sul pannello del mobile per mezzo dei quattro distanziatori metallici da 5 mm che troverete inclusi nel kit.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

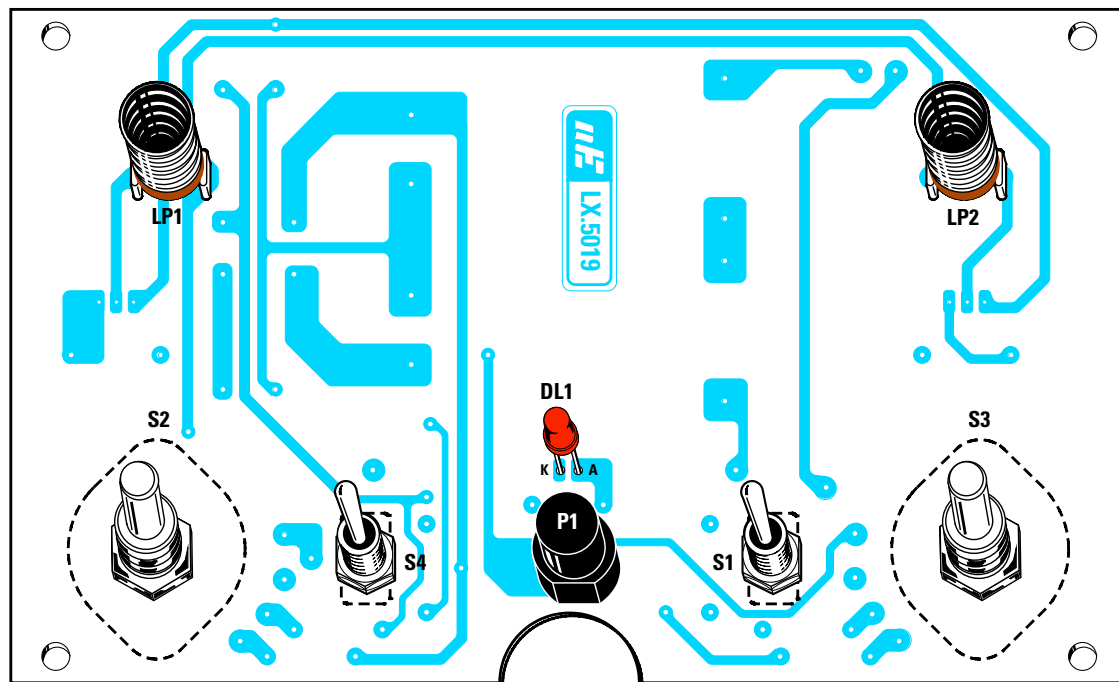



Fig.547 Sul lato opposto del circuito stampato dovete saldare i due portalampada LP1-LP2, il diodo led, rispettando le polarità A-K e il pulsante P1, rivolgendo il lato smussato del suo corpo verso il basso, diversamente il circuito non funzionerà.

Completato il montaggio, inserite nei quattro fori laterali del circuito stampato le **torrette** distanziatrici in ottone della lunghezza di **5 mm**, che vi serviranno per fissare lo stampato sul mobile.

Poichè nella cornice del mobile mancano questi quattro fori di fissaggio, dovete appoggiare su essa il pannello frontale e poi contrassegnare i punti in cui questi andranno praticati usando una **punta** da trapano da **3,5 mm**.

Un altro foro praticato sul retro del mobile servirà per far entrare il cordone di alimentazione di rete.

Completato il montaggio, predisponete i perni dei commutatori nella posizione centrale, poi innestate le manopole facendo collimare i loro indici a **I** con il segno **+** stampigliato sulla mascherina. Avvitate quindi le due lampadine nei relativi portalampade e iniziate il collaudo del vostro circuito.

Il commutatore posto sulla **sinistra** ed indicato **Anodo**, serve per alimentare i due anodi dell'SCR e del Triac come segue:

1 posiz. = tensione **negativa**
2 posiz. = tensione **positiva**
3 posiz. = tensione **alternata**

Il deviatore contrassegnato sul pannello del mobile con la scritta **lampade** è l'**S4**.
Spostando la levetta su **ON** le lampadine si collegheranno agli **A**nodi, spostandola su **OFF** le lampadine risulteranno **scollegate**.

Il commutatore presente sulla **destra** ed indicato **Gate** serve per alimentare i due gate dell'SCR e del Triac come segue:

1 posiz. = tensione **negativa**
2 posiz. = tensione **positiva**
3 posiz. = tensione **alternata**

Il deviatore contrassegnato sul pannello del mobile con la scritta **rete** è l'**S1**.
Spostando la levetta su **ON** il circuito verrà alimentato e si **accenderà** il diodo **led**, spostandola su **OFF** il circuito si spegnerà e così pure il diodo led.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per la realizzazione del kit **LX.5019** (vedi figg.544-547), compresi circuito stampato più un **mobile** plastico con pannello serigrafato L.85.500

Costo del solo stampato **LX.5019** L.22.000

Se volete diventare un **tecnico** esperto in elettronica vi consigliamo di realizzare tutti i semplici progetti che presentiamo nelle nostre **Lezioni**, perchè con la **pratica** apprenderete meglio e anche molto più velocemente che con la **teoria**.

SEMPLICE VARILIGHT

Il circuito che vi presentiamo viene normalmente utilizzato per **ridurre** la **luminosità** delle lampade collocate nella camera da letto, oppure delle lampade che illuminano il salotto quando si guarda la **TV**, oppure per **abbassare** la **temperatura** di un **saldatore**, o per **ridurre** la **velocità** di **trapani** elettrici.

Facciamo presente che a questo circuito **non** possono essere collegati dei **tubi** al **neon** perchè **sprovvisti** di filamento.

Per **ridurre** la luminosità di una **lampada** o la **temperatura** di un saldatore occorre soltanto **abbassare** il valore della tensione di alimentazione, cioè portarla dagli attuali **220 volt** a dei valori inferiori, **160-110-80-40 volt**, e per ottenere questa condizione utilizziamo un diodo **Triac**.

Per capire come faccia un **Triac** ad abbassare la tensione dei **220 volt** dobbiamo prima spiegarvi la differenza che esiste tra **volt picco/picco** e **volt efficaci** e anche cosa significa **sfasamento**.

Come noto, una tensione **alternata** è composta da due semionde, una **positiva** ed una **negativa** (vedi fig.550).

Partendo da un valore di **0 volt**, la semionda **positiva** salirà velocemente fino a raggiungere il suo massimo **picco positivo**, poi scenderà fino a ritornare sugli **0 volt** e a questo punto inizierà la semionda **negativa** che scenderà fino a raggiungere il suo massimo **picco negativo**; salirà quindi nuovamente per ritornare sugli **0 volt** e, raggiunto questo valore, inizierà la successiva semionda **positiva** e questo ciclo si ripeterà all'infinito.

La tensione **alternata** che usiamo ogni giorno per alimentare tutte le nostre apparecchiature elettriche ha una **frequenza** di **50 Hertz** ed un valore **efficace** di **220 volt**.

Il valore della **frequenza**, cioè **50 Hertz**, indica che la polarità della sinusoide cambia da **positiva** a **negativa** e viceversa di **50 volte** al **secondo**.

Fig.548 Il mobile del varilight chiuso, e aperto per farvi vedere come risulta fissato il circuito stampato al suo interno.

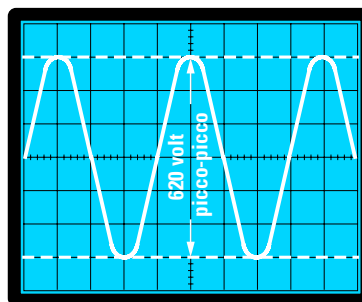



Fig.549 Se misurassimo la tensione di rete di 220 V. con un oscilloscopio scopriremmo che i due picchi della sinusoide alternata raggiungono un valore di 620 V.

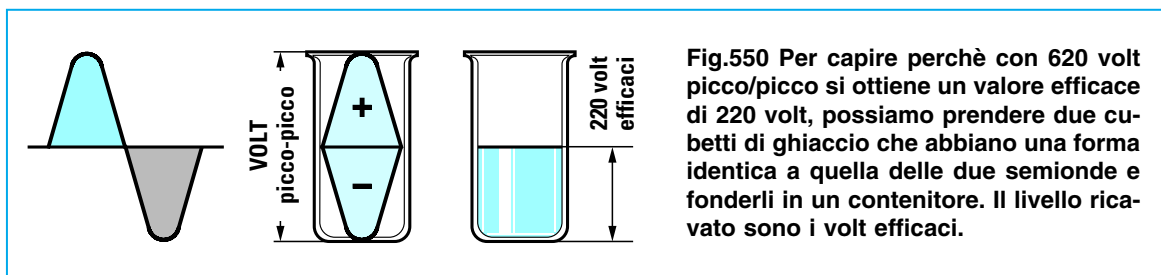



Fig.550 Per capire perchè con 620 volt picco/picco si ottiene un valore efficace di 220 volt, possiamo prendere due cubetti di ghiaccio che abbiano una forma identica a quella delle due semionde e fonderli in un contenitore. Il livello ricavato sono i volt efficaci.

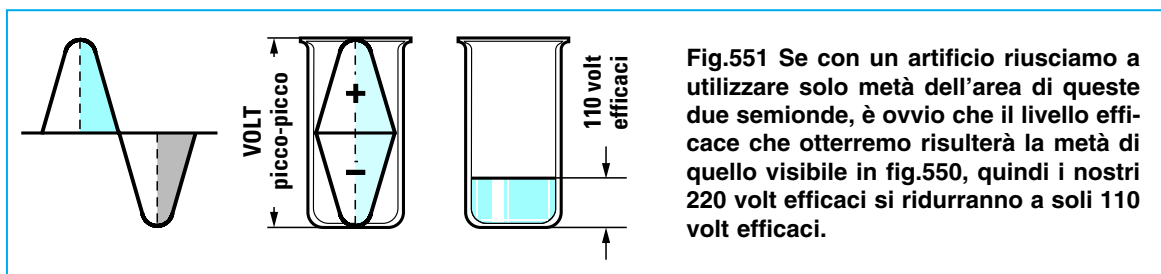



Fig.551 Se con un artificio riusciamo a utilizzare solo metà dell'area di queste due semionde, è ovvio che il livello efficace che otterremo risulterà la metà di quello visibile in fig.550, quindi i nostri 220 volt efficaci si ridurranno a soli 110 volt efficaci.

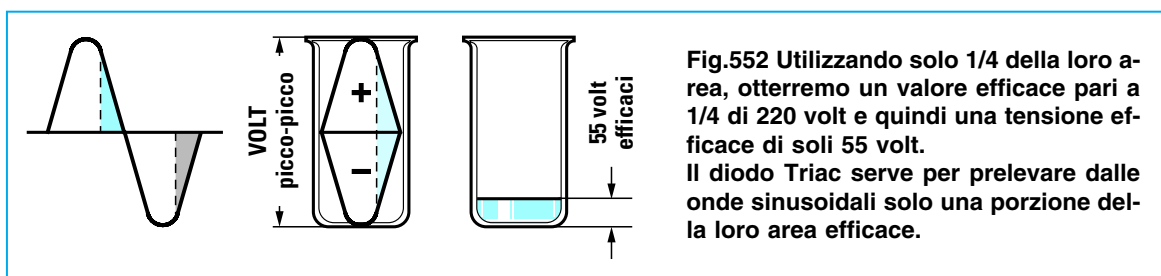



Fig.552 Utilizzando solo 1/4 della loro area, otterremo un valore efficace pari a 1/4 di 220 volt e quindi una tensione efficace di soli 55 volt.
Il diodo Triac serve per prelevare dalle onde sinusoidali solo una porzione della loro area efficace.

Il valore della tensione, cioè **220 volt efficaci**, è sempre inferiore di **2,82** volte rispetto al valore di tensione chiamato **picco/picco**, che corrisponde al valore massimo che riescono a raggiungere la **semionda positiva** e quella **negativa**, pari a **620,4**.

Quindi i **220 volt** che si leggono applicando il puntale di un **tester** su una **presa** di corrente sono **volt efficaci** e non **volt picco/picco** e possono essere visualizzati solo sullo schermo di uno strumento chiamato **oscilloscopio**.
Collegando un **oscilloscopio** ad una **presa** di corrente, sullo schermo di questo strumento appariranno **entrambe** le semionde (vedi fig.549), il cui valore tra **picco positivo** e **picco negativo** raggiungerà i **220 x 2,82 = 620 volt**.

Non lasciatevi impressionare da questo elevato valore di tensione, perchè i **volt validi** sono quelli **efficaci**, cioè **220 volt**.

Per spiegarvi la differenza che esiste tra **volt picco/picco** e **volt efficaci** vi facciamo un esempio utilizzando due blocchetti di **ghiaccio**.

Se prendiamo due blocchetti di **ghiaccio** di forma **conica** per simulare la forma delle due semionde **positiva** e **negativa**, e li collochiamo uno sopra all'altro, raggiungeremo un'**altezza** che potremmo considerare equivalente ai **volt picco/picco** di una tensione **alternata** (vedi fig.550).

Se **sciogliamo** questi due blocchetti all'interno dello stesso contenitore, il **livello** dell'**acqua** scenderà notevolmente e questa **altezza** la possiamo considerare equivalente ai **volt efficaci** di una tensione alternata (vedi fig.550).

Sapendo che con **due** semionde **complete** si ottiene una tensione di **220 volt efficaci**, se asporteremo da queste due semionde **1/4** della loro **area** otterremo una tensione **efficace** di soli **165 volt**.

Se utilizzeremo **metà** della loro **area**, come visibile in fig.551, otterremo una **tensione efficace** dimezzata, vale a dire **110 volt**.

Se utilizzeremo **1/4** della loro **area** (vedi fig.552) otterremo una **tensione efficace** di soli **55 volt**.

Per **asportare** da entrambe le **semionde** una porzione di **area** in modo da ridurre i **volt efficaci** utilizzeremo lo schema di fig.557.

Come già saprete, per **eccitare** un diodo **Triac** occorre applicare sul suo **G**ate degli **impulsi**, non importa se **positivi** o **negativi**.

Se gli impulsi che applichiamo sul **G**ate risultano in **fase** con le **semionde** presenti sull'**Anodo 2**, otterremo questa condizione:

- Se nel preciso istante in cui la **semionda positiva** da **0 volt** inizia a **salire**, applichiamo sul suo terminale **G**ate un impulso **positivo**, il diodo Triac istantaneamente si **ecciterà** e rimarrà eccitato fino a quando la semionda **positiva** non ritornerà sugli **0 volt** per **invertire** la sua polarità (vedi fig.553).

- Se nel preciso istante in cui la **semionda negativa** da **0 volt** inizia a **scendere**, applichiamo sul suo terminale **G**ate un impulso **negativo**, nuovamente il Triac si **ecciterà** e rimarrà eccitato fino a quando la semionda **negativa** non ritornerà sugli **0 volt** per **invertire** la sua polarità.

Quindi se applichiamo sul terminale **G**ate degli **impulsi** di eccitazione, nel **preciso istante** in cui le due semionde cambiano di **polarità**, sull'**Anodo 2** preleveremo due **semionde complete**, quindi il valore della tensione **efficace** rimarrà **invariato** sugli **220 volt** (vedi fig.553).

Se gli impulsi che applichiamo sul **G**ate giungono in **ritardo** rispetto alle due **semionde** presenti sull'**Anodo 2**, automaticamente riusciremo ad **asportare** una porzione della loro **area**.

Infatti, se nell'istante in cui la **semionda positiva** dagli **0 volt** inizia a **salire**, sul suo terminale **G**ate non giungerà il richiesto impulso **positivo**, il diodo Triac **non** lascerà passare nessuna tensione **non** risultando eccitato.

Se l'impulso di **eccitazione positivo** giunge sul suo **G**ate quando la **semionda positiva** ha già percorso **metà** del suo tragitto (vedi fig.555), il diodo Triac lascerà passare solo **mezza semionda positiva**.

Se l'impulso di **eccitazione negativo** giunge sul suo **G**ate quando la **semionda negativa** ha già percorso **metà** del suo tragitto (vedi fig.555), il diodo Triac lascerà passare solo **mezza semionda negativa**.

Prelevando sull'**Anodo 2** due **semionde dimezzate** il valore dei **volt efficaci** non risulterà più di **220 volt**, bensì di soli **110 volt**.

Se volessimo **ridurre** ulteriormente il valore della tensione, dovremo **ritardare** maggiormente gli impulsi di eccitazione sul **G**ate (vedi fig.556) rispetto al passaggio dagli **0 volt** delle due **semionde** e, in tal modo, i **220 volt efficaci** scenderanno su valori di **80-50-30 volt efficaci**.

Detto questo ora vi spiegheremo come si riescano a **ritardare** questi impulsi sul **G**ate del Triac.

SCHEMA ELETTRICO

Come si potrà notare osservando lo schema elettrico di fig.557, in **parallelo** ai terminali **Anodo 2** e **Anodo 1** del Triac troviamo collegato il potenziometro **R1** ed il condensatore **C1**.

Sul punto di giunzione di **R1-C1** preleveremo, tramite la resistenza **R2**, la tensione di eccitazione che raggiungerà il **G**ate del Triac passando attraverso il diodo **Diac**.

La tensione alternata applicata ai capi del potenziometro **R1** viene utilizzata per **caricare** il condensatore **C1** con un **ritardo** che potremo **variare** modificando il valore **ohmico** del potenziometro.

Se ruoteremo il potenziometro per la sua **minima resistenza** il condensatore si **caricherà** molto velocemente, quindi gli impulsi di eccitazione giungeranno sul **G**ate del Triac senza alcun **ritardo**.

Se ruoteremo il potenziometro per la sua **massima resistenza** il condensatore si **caricherà** molto più **lentamente**, quindi gli impulsi di eccitazione giungeranno sul **G**ate del Triac in **ritardo** rispetto al passaggio dallo **0** delle due **semionde**.

Ruotando questo potenziometro da un estremo all'altro riusciremo a variare da un minimo ad un massimo il **tempo** di carica del condensatore **C1** e, di conseguenza, a **ritardare** gli impulsi di eccitazione sul **G**ate (vedi figg.554-555-556).

A questo punto dobbiamo spiegare la funzione del diodo **Diac** collegato in serie al terminale **G**ate.
Questo **diodo** lo possiamo paragonare ad una **valvola** di sicurezza come quelle presenti in tutte le **pentole** a **pressione** utilizzate in cucina.

Come saprete, quando la **pressione** all'interno di queste pentole raggiunge un determinato valore,

Fig.553 Se eccitiamo il Gate con un impulso positivo quando la semionda positiva inizia il suo ciclo e con un impulso negativo quando inizia il ciclo della semionda negativa, sull'Anodo 2 preleveremo una tensione pari a 220 volt.

Fig.554 Se eccitiamo il Gate con un impulso positivo poco dopo che la semionda positiva avrà iniziato il suo ciclo e sempre in ritardo quando inizierà il ciclo della semionda di segno negativo, sull'Anodo 2 preleveremo una tensione pari a 165 volt.

Fig.555 Se eccitiamo il Gate con un impulso positivo quando la semionda positiva ha già compiuto metà del suo ciclo e nuovamente lo eccitiamo quando la semionda ha compiuto metà ciclo, preleveremo sull'Anodo 2 una tensione pari a 110 volt.

Fig.556 Se eccitiamo il Gate con un impulso positivo quando la semionda positiva ha già compiuto 3/4 del suo ciclo e nuovamente lo eccitiamo quando la semionda ha compiuto 3/4 del suo ciclo, sull'Anodo 2 preleveremo una tensione pari a 55 volt.

Fig.557 Schema elettrico e elenco dei componenti da utilizzare.

ELENCO COMPONENTI LX.5020

R1 = 470.000 ohm pot. lin.
R2 = 5.600 ohm 1/4 watt
R3 = 100 ohm 1 watt
C1 = 47.000 pF pol. 400 V.
C2 = 47.000 pF pol. 400 V.
C3 = 100.000 pF pol. 400 V.
VK1 = imped. antidisturbo
diac = diodo diac
TRC1 = triac 500 V.5 A.

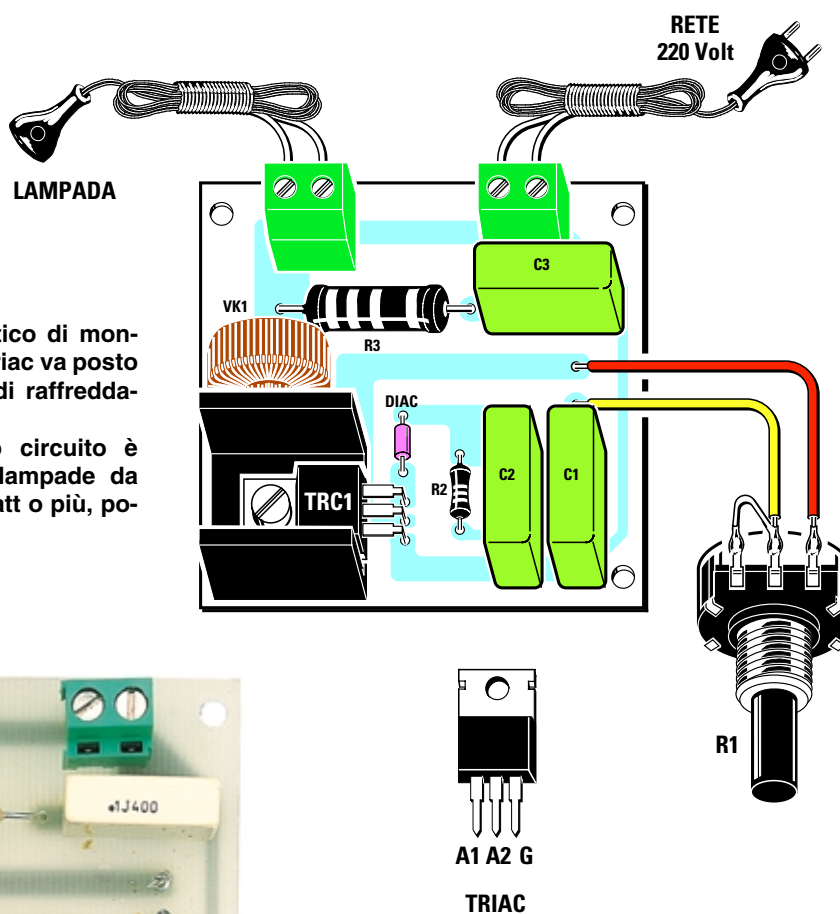



Fig.558 Schema pratico di montaggio. Il corpo del Triac va posto sulla piccola aletta di raffreddamento a forma di U.
All'uscita di questo circuito è possibile collegare lampade da 25-60-100-150-200 watt o più, poste in parallelo.

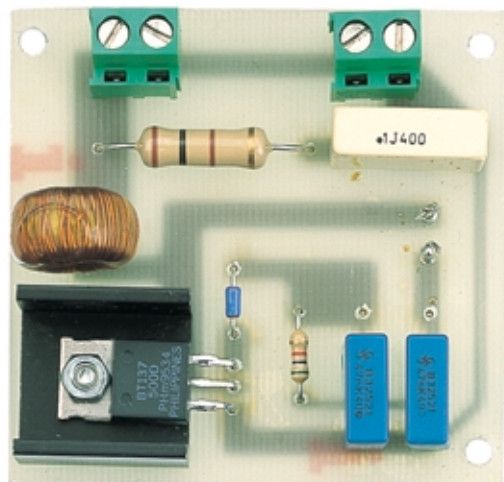



Fig.559 Sulla sinistra, la foto del progetto come si presenta a montaggio ultimato. Il diodo DIAC con corpo in vetro è bidirezionale, quindi nell'inserirlo non bisognerà rispettare nessuna polarità.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

questa **valvola** si **apre** lasciando fuoriuscire un getto di **vapore**.

Nel circuito di fig.557 questo diodo **Diac** esplica la stessa funzione.

Normalmente questo diodo **non** lascia passare **nessuna** tensione fino a quando la tensione presente sui due condensatori **C1-C2** non avrà raggiunto un valore più che sufficiente per **innescare** il Triac.

Quando i due condensatori si saranno caricati completamente, il diodo **Diac** riverserà sul terminale **G**ate tutta la **corrente** immagazzinata dai condensatori.

Poichè questo **Diac** è **bidirezionale** lascerà passare verso il **Gate** sia gli impulsi di polarità **positiva** che quelli di polarità **negativa**.

Dopo aver spiegato come si possa **eccitare** il Triac in **ritardo** rispetto alle **due semionde** della tensione **alternata**, ora possiamo dirvi a cosa serve quel componente siglato **VK1** che troviamo applicato sul terminale **Anodo 2**.

Questo componente è una minuscola **impedenza** avvolta su un nucleo in **ferrite** che, congiunta a **R3** e **C3**, serve per eliminare tutti i **disturbi** che si generano ogni volta che il diodo Triac si **eccita** e si **diseccita**.

Senza questo **filtro antidisturbo**, ogni radio, TV o amplificatore, potrebbe captare dei **disturbi** identici a quelli generati dall'accensione o spegnimento di una lampada o di una qualsiasi altra apparecchiatura elettrica.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo progetto dovete procurarvi il kit **LX.5020** che risulta completo di tutti i componenti necessari per questa realizzazione, compresi il **circuito stampato** già inciso e forato, un **mobile plastico** ed una manopola per il suo potenziometro.

Potete iniziare il montaggio inserendo il piccolo diodo **Diac** nella posizione evidenziata in fig.558, senza rispettare nessuna polarità poichè questo componente è **bidirezionale**.

Proseguendo nel montaggio, potete inserire le resistenze **R2-R3**, poi i tre condensatori poliestere **C1-C2-C3** e le due morsettiere a **2 poli** che vi serviranno, una per collegare il cordone di rete dei **220 volt** e l'altra per collegare il cordone di rete da congiungere alla **lampadina** della quale desiderate **variare** la luminosità.

Dopo aver inserito tutti questi componenti, potete prendere il diodo Triac, ripiegare ad **L** con un paio di pinze i suoi terminali, quindi, dopo averlo appoggiato sopra alla piccola aletta di raffreddamento a forma di **U**, lo potete fissare sul circuito stampato con una vite in ferro più dado.
Dal lato opposto saldate i suoi tre terminali sulle piste in rame del circuito stampato.

Nei due fori presenti vicino a questa aletta, inserite i terminali dell'impedenza **antidisturbo** contrassegnata dalla sigla **VK1**.

Per completare il montaggio dovete fissare sul coperchio della scatola il potenziometro **R1**, ma prima di farlo dovete **accorciarne** il perno per tenere la sua manopola alquanto vicina al pannello del mobile.

Fissato il potenziometro, saldate sui suoi terminali due corti spezzoni di filo, collegandone le estremità ai fori posti vicino ai condensatori **C1-C3** come abbiamo evidenziato in fig.558.

Nei fori delle due morsettiere dovete inserire le estremità del cordone di rete dei **220 volt** e del cordone per la **lampada**, dopo aver asportato circa **1 cm** di isolante plastico.
Con un cacciavite **stringete** con forza le due viti onde evitare che, tirando i cordoni, questi possano sfilarsi dalle morsettiere.

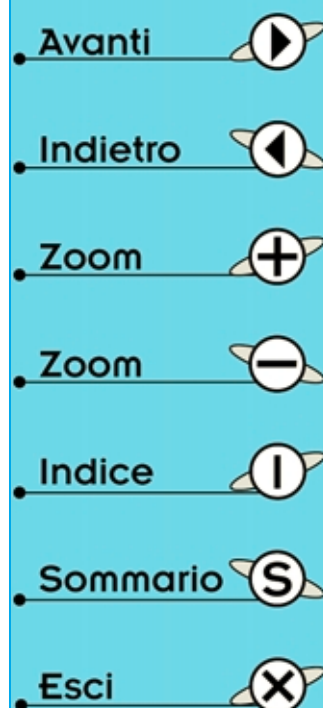
Dopo aver fissato il circuito stampato all'interno del mobile con viti autofilettanti, potete chiuderlo e verificare il funzionamento del circuito.

Inserite nella presa **femmina** la **spina** di una lampada da comodino o da scrivania, dopodichè collegate la spina **maschio** ad una presa di corrente e, come potete constatare, sarà sufficiente ruotare la manopola del potenziometro per vedere variare da un **minimo** ad un **massimo** la **luminosità** della lampada.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti per la realizzazione di questo kit siglato **LX.5020** (vedi fig.558) compresi il **mobile** plastico, il circuito stampato, la manopola per il potenziometro **R1** più due cordoni di rete completi di spina maschio e femmina per 220 volt L.26.500

Costo del solo stampato **LX.5020** ....L. 3.000

Ai prezzi riportati, già comprensivi di IVA, andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

LUCI PSICHEDELICHE per lampade da 12 VOLT

Come già saprete, le **luci psichedeliche** vengono utilizzate in tutte le discoteche per accendere lampade di colore **rosso-blu-giallo** a ritmo di musica, quindi se costruirete questo kit potrete trasformare la vostra stanza in una piccola sala da ballo.

In questo progetto non abbiamo utilizzato le **potenti lampade** delle discoteche, ma delle minuscole lampadine da **12 volt**, perchè ciò che vogliamo dimostrarvi è come sia possibile accendere una lampada di colore **rosso** con le **note basse**, una lampada di colore **blu** con le **note medie** e una lampada di colore **giallo** con le **note acute**.

Per eccitare i **Triac** presenti in questo progetto non abbiamo utilizzato degli **impulsi sfasati** come abbiamo fatto nel progetto precedente siglato **LX.5019**, ma una tensione **continua** prelevata dai terminali d'uscita di tre amplificatori **operazionali** siglati **IC1/B-IC1/C-IC1/D**.

SCHEMA ELETTRICO

Iniziamo la descrizione dello schema elettrico riportato in fig.561 dal minuscolo **microfono** che provvede a trasformare le **onde sonore** captate in **segnali elettrici**.

Poichè all'interno di questo **microfono** è presente un **fet** che provvede ad **amplificare** i segnali captati, per farlo lavorare è necessario alimentarlo con una tensione positiva di **8 volt** che preleviamo ai capi della resistenza **R2**.

Tramite il condensatore elettrolitico **C2** preleviamo il segnale di **BF** fornito dal microfono e lo applichiamo sul piedino **3** del simbolo a forma di **triangolo** siglato **IC1/A**.

Questo **triangolo** altro non è che il simbolo di un amplificatore **operazionale** racchiuso all'interno di un integrato siglato **TL.084** che, come visibile in fig.561 in basso, contiene anche altri **4 triangoli** che ritroviamo nello schema elettrico con le sigle **IC1/A-IC1/B-IC1/C-IC1/D**.

L'operazionale **IC1/A** viene utilizzato in questo progetto per **amplificare** ulteriormente il segnale captato dal microfono.

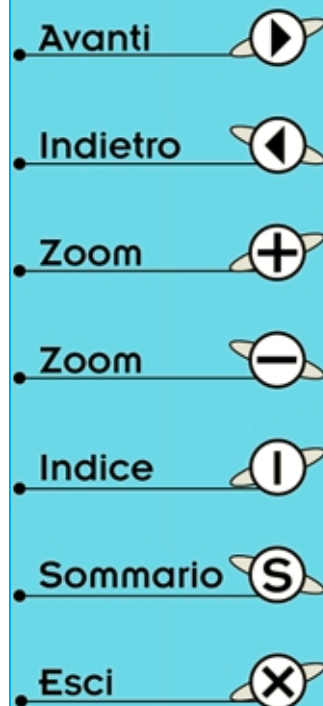
Il potenziometro **R5**, collegato tramite la resistenza **R4** al piedino **2** di **IC1/A**, viene utilizzato per variare la **sensibilità**, cioè per determinare di quante volte desideriamo amplificare ulteriormente il segnale captato dal microfono.

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, il segnale viene amplificato di circa **200 volte**, ruotandolo per la sua **massima** resistenza il segnale viene amplificato di sole **20 volte**.

Questo potenziometro andrà regolato in funzione del **livello sonoro** presente nella stanza.

In presenza di segnali **deboli**, sarà necessario **aumentare** il guadagno per riuscire ad **accendere** le lampade, in presenza di segnali **forti** sarà necessario invece **ridurre** il guadagno per **evitare** che le lampade rimangano sempre accese.

Il segnale amplificato, che preleviamo dal piedino d'uscita **1** di **IC1-A**, viene applicato ai capi dei tre potenziometri siglati **R10 - R17 - R26** che ci serviranno per dosare, in funzione del brano musicale, la sensibilità sui segnali **acuti-medi-bassi**.

- Dal cursore del potenziometro **R10** preleviamo il segnale di **BF** che ci servirà per accendere la lampada riservata alle note **acute**.
Come potete notare, questo segnale raggiunge la

Base del transistor **TR1** passando attraverso i due condensatori **C7-C8** da **8.200 picofarad**, collegati al suo **E**mettitore tramite la resistenza **R11** da **4.700 ohm**.
Questi tre componenti così collegati, permettono di realizzare un **filtro passa/alto** con un taglio di **frequenza** di circa **3.000 Hz**.
Questo significa che sull'**E**mettitore del transistor **TR1** ci ritroveremo le sole frequenze delle note **acute** che risultano **maggiori** di **3.000 Hz**.
Tutte le frequenze **inferiori** ai **3.000 Hz** verranno automaticamente **eliminate**.
Le frequenze delle **note acute** che preleviamo dal terminale **E**mettitore di **TR1**, verranno **raddrizzate** dal diodo **DS1** e filtrate dal condensatore elettrolitico **C9**.
La tensione **continua** ottenuta verrà applicata sul piedino d'ingresso **10** dell'**operazionale** siglato **IC1/B**, utilizzato in questo circuito per fornire sul suo piedino d'uscita **8** una **tensione** di polarità **positiva** più che sufficiente per pilotare il **G**ate del Triac **TRC1**.

Poichè l'**Anodo 2** di questo **Triac** è alimentato con una tensione **alternata**, quando sul suo **G**ate giunge la tensione di eccitazione fornita dalle note **acute** la lampadina si **accende**, quando questa tensione viene a mancare perchè nel brano musicale **non** sono presenti delle note **acute**, la lampadina si **spegne**.

- Dal cursore del potenziometro **R17** preleviamo il segnale di **BF** che ci servirà per accendere la lampada riservata alle note dei **medi**.
Come potete notare, questo segnale raggiunge la **B**ase del transistor **TR2** passando attraverso i due condensatori **C11-C12** da **10.000 picofarad** e le due resistenze **R21-R22** da **18.000 ohm**, collegate all'**E**mettitore del transistor tramite la resistenza **R18** da **33.000 ohm** ed il condensatore **C13** da **4.700 picofarad**.

Questi componenti così collegati, ci permettono di realizzare un **filtro passa/banda** con un taglio di **frequenza** da circa **300 Hz** a **3.000 Hz**.
Questo significa che sull'**E**mettitore del transistor **TR2** ci ritroveremo le sole frequenze comprese tra i **300 Hz** e i **3.000 Hz**.
Tutte le frequenze **inferiori** a **300 Hz** o **superiori** a **3.000 Hz** verranno automaticamente **eliminate**.
Le frequenze delle **note medie** che preleviamo dal terminale **E**mettitore di **TR2**, verranno **raddrizzate** dal diodo **DS2** e filtrate dal condensatore elettrolitico **C15**.
La tensione **continua** ottenuta verrà applicata sul piedino **5** dell'**operazionale** siglato **IC1/C** e in tal modo dal piedino d'uscita **7** preleveremo una **tensione** di polarità **positiva** più che sufficiente per pilotare il **G**ate del Triac **TRC2**.

Quando sul **G**ate di **TRC2** giunge la tensione di eccitazione fornita dalle note **medie**, la lampadina si **accende**, quando questa tensione viene a mancare perchè nel brano musicale **non** sono presenti delle note **medie**, la lampadina si **spegne**.

- Dal cursore del potenziometro **R26** preleviamo il segnale di **BF** che ci servirà per accendere la lampada riservata alle note dei **bassi**.
Come potrete notare, questo segnale raggiunge la **B**ase del transistor **TR3** passando attraverso le due resistenze **R27-R28** da **10.000 ohm**, collegate al suo **E**mettitore tramite il condensatore **C17** da **68.000 picofarad**.

Fig.560 Ecco come si presenta il mobile per luci psichedeliche in grado di pilotare lampade da 12 volt.

Questi tre componenti così collegati, ci permettono di realizzare un **filtro passa/basso** con un taglio di **frequenza** di circa **300 Hz**.
Questo significa che sull'**E**mettitore del transistor **TR3** ci ritroveremo le sole frequenze **inferiori** a **300 Hz** e non quelle **superiori** che verranno automaticamente **eliminate**.

Tutte le frequenze delle **note** dei **bassi** che preleveremo dall'**E**mettitore di **TR3** verranno **raddrizzate** dal diodo **DS3** e filtrate dal condensatore **C19**.

La tensione **continua** ottenuta verrà applicata sul piedino **12** dell'operazionale siglato **IC1/D** e in tal modo dal suo piedino d'uscita **14** preleveremo una tensione **positiva** più che sufficiente per pilotare il **G**ate del Triac **TRC3**.

Quando sul **G**ate di **TRC3** giunge la tensione di eccitazione fornita dalle note **basse** la lampadina si **accende**, quando questa tensione viene a mancare perchè nel brano musicale **non** sono presenti delle note **basse**, la lampadina si **spegne**.

A questo punto dobbiamo solo spiegare come si riesca a prelevare dai piedini d'uscita degli operazionali siglati **IC1/B-IC1/C-IC1/D** una tensione **positiva** in presenza dei segnali **acuti-medi-bassi** per eccitare i Triac.

Come potete notare, sui due piedini d'ingresso di ogni singolo operazionale appaiono un segno **+** ed un segno **–** , che non stanno ad indicare la **polarità** di alimentazione, bensì quanto segue:

- Se il valore della tensione applicata sul piedino **+** è **maggiore** del valore di tensione presente sul piedino **–**, sull'uscita dell'operazionale sarà presente una tensione **positiva**.

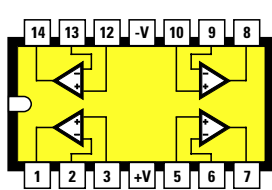
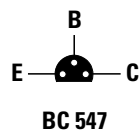
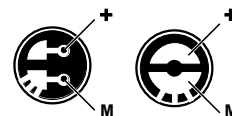
- Se il valore della tensione applicata sul piedino **+** è **minore** del valore di tensione presente sul piedino **–**, sull'uscita dell'operazionale **non** sarà presente nessuna tensione.

Poichè i piedini contrassegnati con un **–** di tutti e tre gli operazionali **IC1/B-IC1/C-IC1/D** sono polarizzati con una tensione **positiva** di **6 volt** che preleveremo sulla giunzione delle due resistenze **R7-R8**, è abbastanza intuitivo che quando sui piedini contrassegnati con un **+** giunge una tensione **maggiore** di **6 volt** (tensione raddrizzata dai diodi **DS1-DS2-DS3**), sull'uscita dei tre operazionali sarà presente una tensione **positiva** che provvederà ad eccitare il Triac e di conseguenza ad **accendere** la lampadina collegata all'anodo **A2**.

Quando la tensione che giunge sui piedini contrassegnati con un **+** è **minore** di **6 volt**, dall'usci-

ELENCO COMPONENTI LX.5021

R1 = 1.000 ohm 1/4 watt	R25 = 820 ohm 1/4 watt	C17 = 68.000 pF poliestere
R2 = 10.000 ohm 1/4 watt	R26 = 47.000 ohm pot. lin.	C18 = 33.000 pF poliestere
R3 = 47.000 ohm 1/4 watt	R27 = 10.000 ohm 1/4 watt	C19 = 1 mF elettrolitico
R4 = 1.000 ohm 1/4 watt	R28 = 10.000 ohm 1/4 watt	C20 = 1.000 mF elettrolitico
R5 = 47.000 ohm pot. lin.	R29 = 1.000 ohm 1/4 watt	C21 = 100.000 pF poliestere
R6 = 1 megaohm 1/4 watt	R30 = 100.000 ohm 1/4 watt	C22 = 100.000 pF poliestere
R7 = 10.000 ohm 1/4 watt	R31 = 820 ohm 1/4 watt	C23 = 470 mF elettrolitico
R8 = 10.000 ohm 1/4 watt	R32 = 1.000 ohm 1/4 watt	RS1 = ponte raddrizz. 100 V. 1 A.
R9 = 100 ohm 1/4 watt	C1 = 10 mF elettrolitico	DS1 = diodo tipo 1N.4150
R10 = 47.000 ohm pot. lin.	C2 = 10 mF elettrolitico	DS2 = diodo tipo 1N.4150
R11 = 4.700 ohm 1/4 watt	C3 = 10 mF elettrolitico	DS3 = diodo tipo 1N.4150
R12 = 22.000 ohm 1/4 watt	C4 = 10 pF ceramico	DL1 = diodo led
R13 = 22.000 ohm 1/4 watt	C5 = 10 mF elettrolitico	TR1 = NPN tipo BC.547
R14 = 1.000 ohm 1/4 watt	C6 = 10 mF elettrolitico	TR2 = NPN tipo BC.547
R15 = 100.000 ohm 1/4 watt	C7 = 8.200 pF poliestere	TR3 = NPN tipo BC.547
R16 = 820 ohm 1/4 watt	C8 = 8.200 pF poliestere	TRC1 = triac 500 V. 5 A.
R17 = 47.000 ohm pot. lin.	C9 = 1 mF elettrolitico	TRC2 = triac 500 V. 5 A.
R18 = 33.000 ohm 1/4 watt	C10 = 100.000 pF poliestere	TRC3 = triac 500 V. 5 A.
R19 = 82.000 ohm 1/4 watt	C11 = 10.000 pF poliestere	IC1 = TL.084
R20 = 120.000 ohm 1/4 watt	C12 = 10.000 pF poliestere	IC2 = uA.7812
R21 = 18.000 ohm 1/4 watt	C13 = 4.700 pF poliestere	T1 = trasform. 25 watt (T025.03)
R22 = 18.000 ohm 1/4 watt	C14 = 2.200 pF poliestere	sec.15 V. 0,5 A. - 12 V. 1,5 A.
R23 = 1.000 ohm 1/4 watt	C15 = 1 mF elettrolitico	S1 = interruttore
R24 = 100.000 ohm 1/4 watt	C16 = 10 mF elettrolitico	MICRO = microfono preampl.

Fig.561 Schema elettrico del circuito per luci psichedeliche. In basso a sinistra, le connessioni dell'integrato IC1 (TL.084) viste da sopra e, in basso a destra, i terminali +/M del microfono viste da dietro. Notate le 3 sottili piste che collegano il terminale M alla carcassa metallica del microfono. Il transistor BC.547 è visto dal lato terminali.

ta dei tre operazionali non fuoriuscirà **nessuna** tensione, pertanto il Triac non venendo eccitato lascerà la lampadina **spenta**.
Detto questo, vi sarete resi conto che quello schema che di primo acchito poteva sembrarvi molto complesso e incomprensibile, ora non ha più per voi nessun segreto.

Per completare questa descrizione aggiungiamo che i tre transistor siglati **TR1-TR2-TR3** sono di tipo **NPN** perchè, come già vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.13**, la **freccia** dei loro **Emettitori** è rivolta verso l'**esterno**.

I transistor che è possibile utilizzare e che ovviamente troverete nel kit sono dei **BC.547**, che possono essere sostituiti dagli equivalenti **BC.238**.

Per alimentare questo circuito utilizziamo lo stadio di alimentazione riportato in fig.562 nel quale è presente un trasformatore **T1** provvisto di due **secondari**, uno dei quali fornisce **12 volt 1,5 amper** e l'altro **15 volt 0,5 amper**.

La tensione alternata dei **12 volt 1,5 amper** serve per alimentare le **lampade colorate** collegate ai Triac, mentre la tensione alternata dei **15 volt 0,5 amper** viene raddrizzata dal ponte **RS1**, che provvederà a fornire in uscita una tensione **continua** di circa **20 volt**.
Questa tensione dopo essere stata filtrata dal condensatore elettrolitico **C20**, verrà **stabilizzata** sul valore di **12 volt** tramite l'integrato **IC2** che porta incisa sul corpo la sigla **uA.7812**.

La tensione dei **12 volt stabilizzata** serve per alimentare l'**operazionale TL084**, tutti i **transistor** presenti nel circuito di fig.561 ed il diodo led **DL1** utilizzato come lampada **spia** per sapere quando il circuito risulta **acceso** o **spento**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Poichè difficilmente troverete in un negozio di elettronica tutti i componenti necessari per realizzare questo progetto, abbiamo confezionato un **kit** siglato **LX.5021** completo di circuito stampato, trasformatore di alimentazione, microfono, Triac e di tutti gli altri componenti visibili in fig.563.

Anche se potete iniziare il montaggio di questo circuito da un qualsiasi componente, vi consigliamo di procedere con questo ordine.

Inserite dapprima lo **zoccolo** per l'integrato **IC1** saldandone bene tutti i piedini sulle piste del circuito stampato, non dimenticando di verificare che qualche grossa goccia di stagno non abbia involontariamente cortocircuitato due piste adiacenti.

Completata questa operazione, potete inserire tutte le **resistenze** controllandone attentamente i relativi valori ohmici nell'elenco componenti.

Dopo le resistenze potete montare i diodi al silicio siglati **DS1-DS2-DS3**, inserendo il lato del loro corpo contrassegnato da una **fascia nera** verso **destra** come visibile in vedi fig.563.

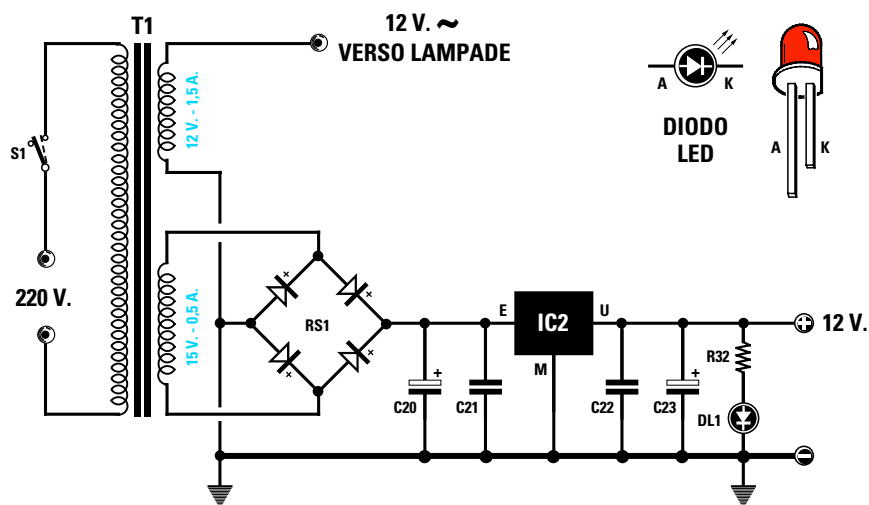
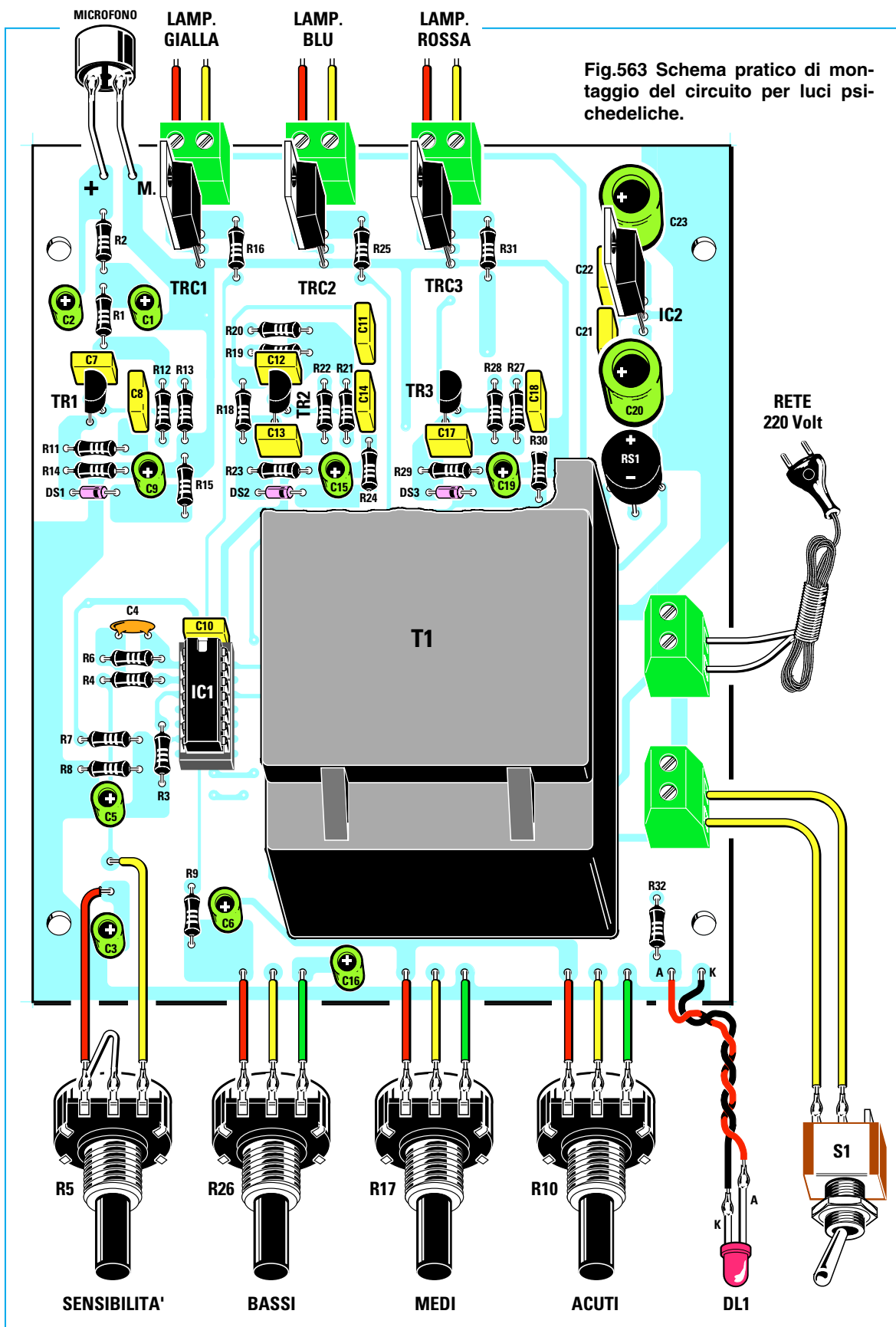



Fig.562 Schema elettrico dello stadio di alimentazione. L'elenco componenti è riportato nella pagina precedente. Come potete vedere in fig.563, tutti i componenti di questo stadio vanno inseriti nello stesso circuito stampato delle luci psichedeliche.

Fig.563 Schema pratico di montaggio del circuito per luci psichedeliche.

Se invertirete uno di questi diodi, il Triac ad esso collegato **non** potrà eccitarsi e di conseguenza la lampada rimarrà sempre spenta.

Proseguendo nel montaggio, inserite il piccolo condensatore **ceramico** siglato **C4** in prossimità della resistenza **R6**, poi tutti i condensatori **poliestere** controllando il valore stampigliato sul loro corpo.

Se non riuscite a decifrarlo, riandate alla **Lezione N.3** e cercate nelle **Tabelle N.11-12** il valore in **picofarad** corrispondente a ciascuna **sigla** stampigliata sul corpo di tali condensatori.

Quando inserite i condensatori **elettrolitici** dovete rispettare la polarità **+/–** dei due terminali e, come già vi abbiamo spiegato nelle lezioni precedenti, ricordate che il terminale **positivo** si riconosce perchè **più lungo** del negativo.

Comunque sul corpo degli elettrolitici troverete sempre stampigliato il segno **–**.

A questo punto potete montare il ponte raddrizzatore **RS1**, inserendo il terminale contrassegnato **+** nel foro posto in prossimità del condensatore elettrolitico **C20**.

Consigliamo di tenere il corpo del ponte distanziato a circa **5-6 mm** dallo stampato.
Dopo questo componente, potete inserire nello stampato i tre transistor **TR1-TR2-TR3** senza accorciarne i terminali ed orientando il lato **piatto** del loro corpo verso **sinistra**.
Quando inserite i diodi Triac (sul corpo dei quali è stampigliata la sigla **BTA.10**), dovete rivolgere il lato **metallico** del loro corpo verso **sinistra**, e lo stesso dicasi per l'integrato stabilizzatore **IC2** (sul corpo del quale è stampigliata la sigla **L.7812** oppure **uA.7812**).

Per completare il montaggio inserite le cinque **morsettiere** a **2 poli**, poi il **trasformatore** di alimentazione **T1** fissandolo sullo stampato con quattro viti autofilettanti; quindi inserite tutti i sottili terminali a **spillo** nei punti ai quali andranno collegati i fili per raggiungere i potenziometri, il microfono ed il diodo led **DL1**.

Eseguite tutte queste operazioni, innestate nel relativo zoccolo l'integrato **IC1**, cioè il **TL084**, rivolgendo la tacca di riferimento a **U** presente su un solo lato del suo corpo verso il condensatore **C10**.

Se le due file di piedini di questo integrato risultano tanto divaricate da non entrare nella sede del-

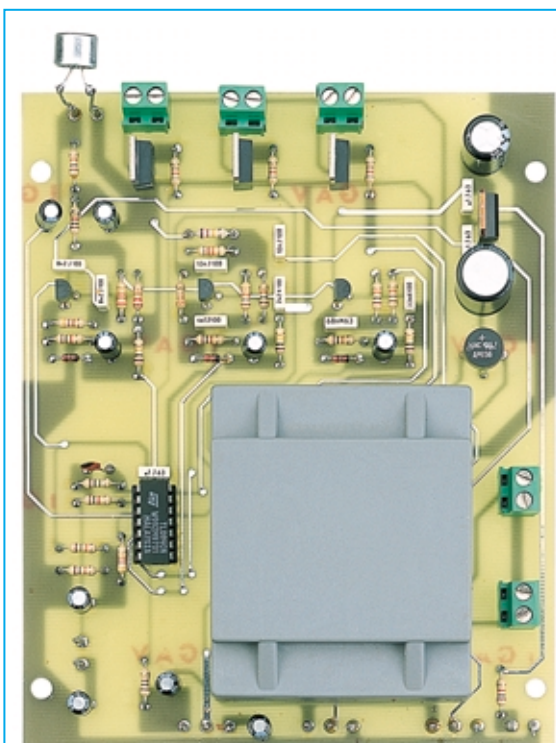



Fig.564 Foto del circuito stampato con sopra montati tutti i relativi componenti.

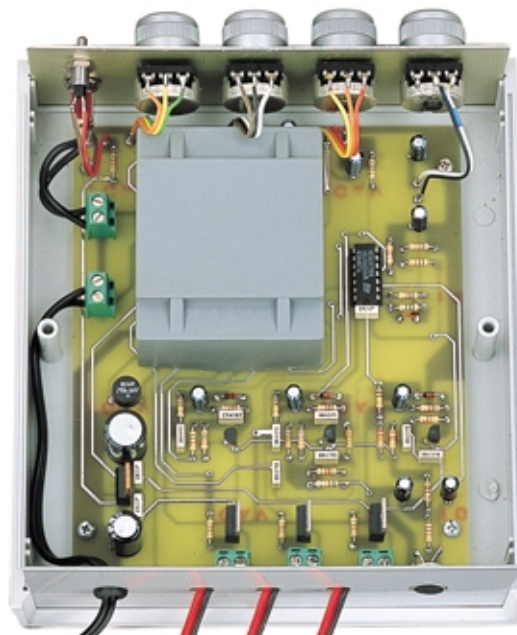



Fig.565 Dopo aver collegato i potenziometri al pannello frontale, collegatene i terminali al circuito stampato come abbiamo illustrato in fig.563.

lo zoccolo, le potete restringere **pressando** i due lati del corpo del componente sul piano del tavolo.

Dopo aver disposto tutti i piedini dell'integrato in corrispondenza delle relative sedi presenti nello zoccolo, pressatelo con forza.
Se constatate che uno dei tanti piedini, anzichè entrare perfettamente nel foro, ne fuoriesce, dovete sfilare l'integrato e poi reinserirlo.

MONTAGGIO nel MOBILE

Lo stampato andrà collocato entro un mobile plastico dopo aver fissato sul pannello anteriore di quest'ultimo il potenziometro della **sensibilità** (vedi **R5**) e quelli del controllo dei **bassi** (vedi **R26**), dei **medi** (vedi **R17**) e degli acuti (**R10**), l'interruttore di rete **S1** ed il diodo led siglato **DL1**.

Prima di fissare i potenziometri, dovete accorciare i loro perni quanto basta per poter tenere le manopole distanziate di circa **1 mm** dal pannello.

Sui terminali a spillo presenti sul circuito stampato dovete saldare dei corti spezzoni di filo, saldandone le opposte estremità sui terminali dei quattro potenziometri come visibile in fig.563.

Nel collegare i fili verso al diodo **led** dovete rispettarne la polarità, quindi il filo collegato al terminale **più lungo** andrà saldato sul terminale dello stampato contrassegnato dalla lettera **A**.
Se involontariamente **invertite** questi due fili, il diodo led **non** si accenderà.
A questo punto prendete il piccolo **microfono** e saldate sulle due piste presenti sul suo lato posteriore (vedi fig.563) due corti spezzoni di filo rigidi da **1 mm**, ripiegandoli ad **L** per poterli saldare sui due terminali posti in alto sulla sinistra dello stampato.
Il corpo del microfono deve fuoriuscire di pochi millimetri dal pannello.
Per bloccarlo sul pannello potete usare un pò di pongo o plastilina.

Importante = Sul retro del microfono sono presenti due piste, una delle quali è collegata elettricamente al **metallo** che ricopre il microfono (terminale di **massa**), mentre l'altra, che risulta isolata, è il terminale **positivo** (vedi fig.561).
Il filo di **massa** va collegato al terminale dello stampato contrassegnato dalla lettera **M** e il filo **positivo** al terminale dello stampato contrassegnato dal simbolo **+**.
Alle morsettiere collocate in prossimità dei diodi **Triac** dovete collegare due fili che andranno ad alimentare delle lampadine da **12 volt**, che potrete acquistare in qualsiasi negozio di elettricità o presso un elettrauto.
Poichè queste lampade **non** sono colorate, potete avvolgere il loro corpo con un pezzo di plastica o di carta trasparente di colore **Rosso**-**Blu**-**Giallo**.

Dopo aver collegato il cordone di rete alla morsettiera dei 220 volt, potete accendere il circuito tramite l'interruttore **S1** e se non avete commesso alcun errore vedrete subito accendersi il **diodo led**.

A questo punto potete collaudare il vostro progetto di **luci psichedeliche** ponendo il **microfono** a circa 10-15 cm dall'**altoparlante** di una radio o TV che trasmetta musica.

Inizialmente dovete ruotare le manopole dei **Bassi** - **Medi** - **Acuti** a **metà** corsa e quella della **Sensibilità** in una posizione in cui in **assenza** di suoni o rumori, le tre lampade risultino **spente**.

Non appena dall'altoparlante fuoriuscirà della musica o delle voci, le tre lampade **lampeggeranno** con maggiore o minore intensità.

Se notate che la lampada dei Bassi rimane sempre **accesa** e quella degli Acuti sempre **spenta**, dovete ruotare il potenziometro dei Bassi in senso antiorario e quello degli Acuti in senso orario.

Con un po' di pratica riuscirete subito a trovare la posizione sulla quale ruotare le quattro manopole dei potenziometri per ottenere una corretta accensione delle tre lampade.

Come noterete, anche **cantando** o parlando ad una certa distanza dal microfono, la lampada **rossa** lampeggerà in presenza delle note **basse**, la lampada **blu** in presenza delle note **medie** e la lampada **gialla** in presenza delle note **acute**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti per la realizzazione di questo kit siglato **LX.5021** (vedi fig.563), compresi il **mobile** plastico, il circuito stampato, le quattro manopole per i potenziometri, il microfono più un cordone di rete completo di spina maschio L.105.000

Costo del solo stampato **LX.5021** ....L. 24.800

Ai prezzi riportati, già comprensivi di IVA, andranno aggiunte le sole spese di spedizione a domicilio.

INVERTER

ENTRATA	USCITA
0	1
1	0
0	1
1	0

NAND

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

AND

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NOR

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

OR

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Dopo aver esaurientemente spiegato il funzionamento di **transistor**, **fet** e diodi **SCR** e **Triac**, facciamo un passo avanti per parlare di quei semiconduttori che lavorano esclusivamente con segnali **digitali** e che sono conosciuti con i nomi di porte logiche **Nand - And - Nor - Or - Inverter**.

Senza questi semiconduttori oggi non avremmo i **computer**, le **calcolatrici tascabili** e tutte le numerose apparecchiature che lavorano solo con segnali digitali, ad esempio gli **orologi** a **display**, i **frequenzimetri**, i **tester digitali** e via dicendo.

In questa Lezione apprenderete dunque cosa significa **livello logico 1** e **livello logico 0**, imparerete a conoscere la **tavola della verità** delle **porte logiche** e, come sempre, potrete fare un po' di pratica con le **porte digitali** montando i semplici circuiti proposti a fine capitolo.

Una volta appreso il funzionamento delle **porte digitali** non avrete difficoltà a seguire le successive Lezioni, nelle quali affronteremo **integrati digitali** un po' più complessi, che vi permetteranno di realizzare quello che non avreste mai pensato di riuscire a costruire dopo così poche Lezioni, cioè un perfetto ed efficiente **orologio digitale** a **display**.

Quello che più vi stupirà è che finalmente riuscirete a comprendere la funzione svolta da ogni singolo **integrato** in una qualsiasi **apparecchiatura digitale**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

SEGNALI ANALOGICI e DIGITALI

Prima di iniziare a parlare degli integrati **digitali** è necessario chiarire la differenza tra un segnale **analogico** ed uno **digitale**.

SEGNALI ANALOGICI

Sono definiti segnali **analogici** tutti i segnali la cui **tensione** varia in modo **graduale**, vale a dire il segnale partendo da un valore di tensione di **0 volt** raggiunge gradualmente il suo valore **massimo** e poi sempre gradualmente ridiscende a **0 volt**, come avviene per le onde di forma **sinusoidale**, **triangolare** o a **dente** di **sega** (vedi figg.566-568).

Ne consegue che la tensione alternata dei **220 volt** ed anche tutti i segnali di **Bassa Frequenza** che si prelevano dall'uscita di un **microfono** o di un **amplificatore** sono segnali **analogici**.

SEGNALI DIGITALI

Sono definiti segnali **digitali** tutti i segnali la cui tensione passa **istantaneamente** da un valore di **0 volt** ad un valore di tensione **massimo** e poi sempre istantaneamente ridiscende a **0 volt**, come avviene per le onde di forma **quadra** (vedi fig.569).

I due valori estremi di un segnale **digitale**, cioè **0 volt** e **volt massimi**, vengono definiti **livelli logici** (vedi fig.570). Per la precisione:

Livello logico basso = tensione **0 volt**
Livello logico alto = tensione **max positiva**

Questi due **livelli logici** vengono indicati in molti testi con le lettere **L** ed **H**, iniziali delle parole inglesi **L**ow e **H**ight:

Low livello logico **basso** = volt **0**
Hight livello logico **alto** = volt **max positivo**

Al posto delle lettere **L - H** si preferisce quasi sempre indicare i **due livelli** con i numeri **0 - 1**.

Livello logico 0 = tensione **0 volt**
Livello logico 1 = tensione **max positiva**

Quando troviamo scritto che il **terminale** di un integrato o di un transistor si trova a **livello logico 0**, significa che lo dobbiamo considerare come se fosse **cortocircuitato** a **massa**, cioè sul **negativo** di alimentazione (vedi fig.570).

Quando troviamo scritto che il terminale di un integrato o di un transistor si trova a **livello logico**

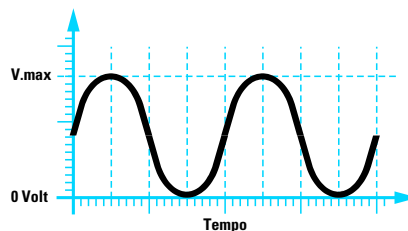



Fig.566 Le onde di forma sinusoidale che salgono verso il loro massimo e scendono verso il loro minimo in modo graduale sono dei segnali di tipo analogico.

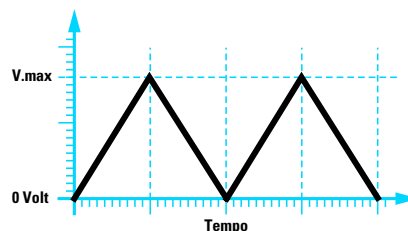



Fig.567 Anche le onde di forma triangolare sono definite segnali analogici perché raggiungono il loro valore massimo e minimo in modo graduale.

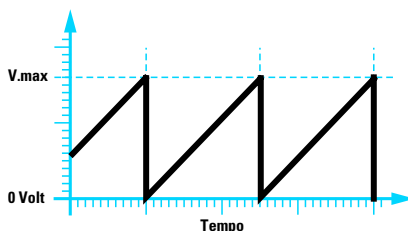



Fig.568 Lo stesso dicasi anche per le forme d'onda a dente di sega che salgono in modo graduale e scendono bruscamente verso il loro valore minimo di 0 volt.

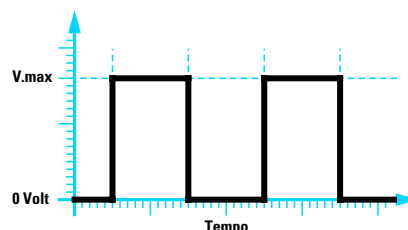



Fig.569 Solo le onde quadre che salgono bruscamente dal loro valore minimo al loro massimo e viceversa vengono definite dei segnali di tipo digitale.

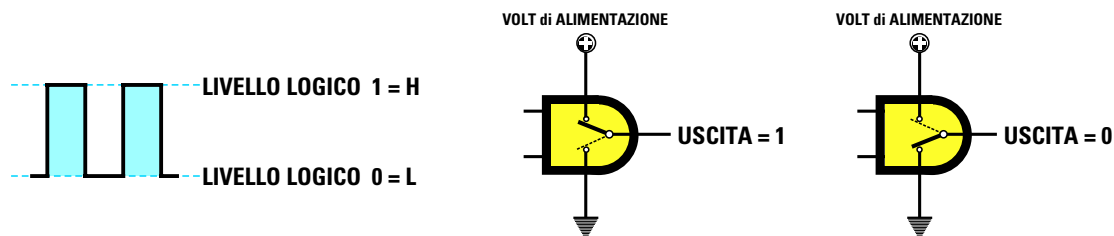



Fig.570 Il valore massimo positivo viene definito Livello logico 1 o H, il valore minimo di 0 volt viene definito Livello logico 0 o L. Per capire come l'uscita di una Porta digitale possa passare dal Livello logico 1 al Livello logico 0 o viceversa, immaginate che al suo interno risulti presente un deviatore che si commuta sulla tensione "positiva" per far fuoriuscire un Livello logico 1 e a "massa" per far fuoriuscire un Livello logico 0.

1, significa che lo dobbiamo considerare come se fosse **cortocircuitato** verso la tensione **positiva**.
In questo caso il **livello logico 1** avrà un valore pari ai **volt** di alimentazione.
Perciò se un integrato **digitale** risulta alimentato con una tensione di **5 volt**, il suo **livello logico 1** assume un valore di **5 volt** (vedi fig.571).
Se l'integrato **digitale** risulta alimentato con una tensione di **12 volt**, il suo **livello logico 1** assume un valore di **12 volt** (vedi fig.572).

Pertanto i **volt massimi** del **livello logico 1** hanno un valore pari a quello della tensione di alimentazione dell'integrato.

LE PORTE LOGICHE

I più semplici semiconduttori utilizzati per lavorare con i **segnali digitali** sono chiamati:

porte logiche

Per aiutarvi a capire meglio, potete paragonare queste **porte** a dei particolari **commutatori** in grado di fornire sul loro piedino d'**uscita** un **livello logico 1** oppure **0**, che si può modificare agendo sui piedini d'**ingresso**.

Poiché esistono **7** diverse **porte** che commutano

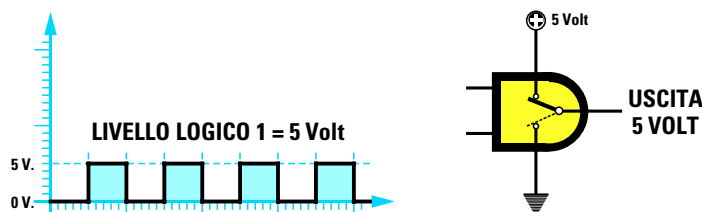



Fig.571 Poiché questo deviatore si commuta sulla tensione positiva di alimentazione, è ovvio che se la Porta risulta alimentata da una tensione positiva di 5 volt il Livello logico 1 che otterremo sulla sua uscita raggiungerà un valore massimo di 5 VOLT.

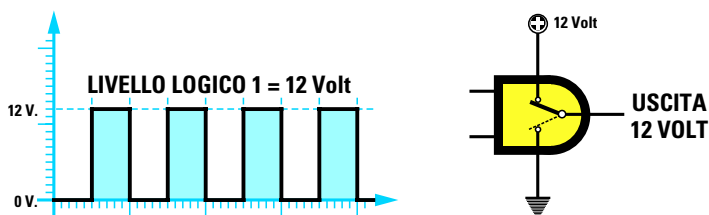



Fig.572 Se la Porta risulta alimentata con una tensione positiva di 12-15 volt, il Livello logico 1 che otterremo sulla sua uscita raggiungerà un valore massimo di 12-15 VOLT. Pertanto il Livello logico 1 assume un valore pari ai volt di alimentazione.

questi **segnali digitali** in modo **differente**, per distinguerle le une dalle altre sono state chiamate:

INVERTER
NAND
AND
NOR
OR
NOR esclusivo
OR esclusivo

SIMBOLI elettrici delle PORTE

Negli schemi elettrici ogni **porta logica** ha un suo **simbolo** grafico che permette di identificarla immediatamente dalle altre (vedi fig.573).

Ciò che accomuna questi diversi simboli consiste nel fatto che i terminali posti a **sinistra** sono gli **ingressi** ed il terminale posto a **destra** è l'**uscita**.

A differenza delle altre, che hanno due terminali d'ingresso, l'unica porta ad avere un **solo** terminale d'ingresso è l'**Inverter**.

Se guardate distrattamente i simboli riportati in fig.573 non noterete alcuna differenza tra i simboli **And** e **Nand** oppure tra i simboli **Or** e **Nor**.

Ma se osserverete più attentamente il loro terminale d'**uscita**, potrete notare che sui simboli **Nand** e **Nor** è presente un piccolo **cerchietto** che manca nei simboli delle porte **And** e **Or** (vedi fig.581).

Lo stesso **cerchietto** è presente anche sul piedino d'uscita della **porta Inverter**.

Nella pagina a destra riportiamo la **tavola della verità** di tutte le **porte logiche**. Grazie a questa tavola potrete sapere quale **livello logico** si trova sul terminale d'**uscita** quando sugli **ingressi** si applicano dei **livelli logici 1** o **0**.

La porta INVERTER

Nella **tavola della verità** della porta **Inverter** potete notare che quando sul piedino d'ingresso viene applicato un **livello logico 0** (terminale cortocircuitato a **massa**), sul piedino d'uscita si ha un **livello logico 1** (terminale cortocircuitato verso il **positivo** di alimentazione).

Quando sul piedino d'ingresso viene applicato un **livello logico 1**, sul piedino d'uscita si ha un **livello logico 0**.

Proprio perché sull'uscita di questa **porta** si trova un livello logico **inverso** a quello applicato sull'ingresso, questa porta è chiamata **Inverter**.

Per realizzare una **porta Inverter** molto elementare potete procurarvi un normale **relè** e collegarlo come visibile in fig.574.
Spostando la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** di alimentazione (**livello logico 1**), il relè si **eccita** e di conseguenza la leva interna siglata **S2** si posiziona sul contatto di **massa**. In questo caso sul terminale d'uscita ritroviamo **0 volt**, cioè un **livello logico 0**.

Spostando la leva del deviatore **S1** verso **massa** (**livello logico 0**), il relè si **diseccita** e di conseguenza la leva interna siglata **S2** si posiziona sul contatto collegato al **positivo** di alimentazione.
In questo caso sul terminale d'uscita ritroviamo la massima tensione positiva, cioè un **livello logico 1**.

La porta NAND

La porta **NAND** dispone di **due ingressi** e dalla sua **tavola della verità** possiamo notare che sull'uscita è presente un **livello logico 0**, cioè una tensione di **0 volt**, solamente quando su entrambi gli ingressi è presente un **livello logico 1**.

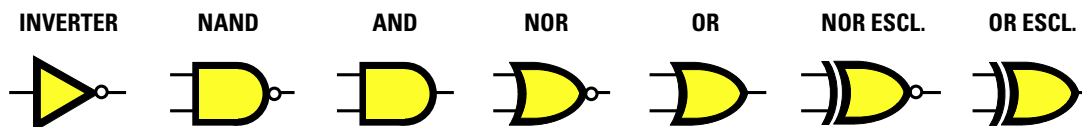



Fig.573 Poiché esistono ben 7 tipi di Porte logiche che commutano le loro Uscite in modo diverso rispetto ai Livelli logici che si applicano sui loro ingressi, per poterle distinguere le une dalle altre vengono disegnate graficamente come visibile in figura.

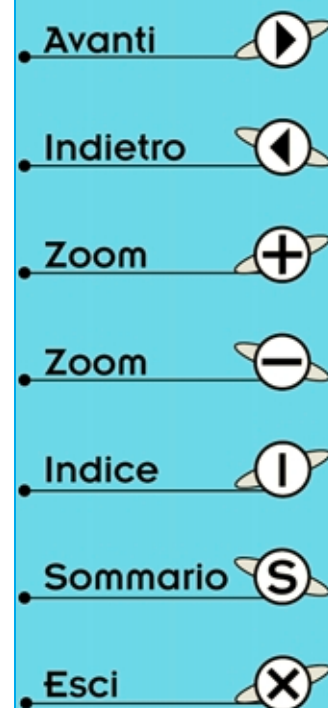
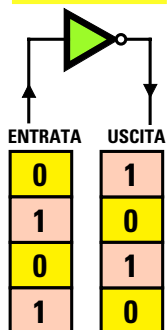
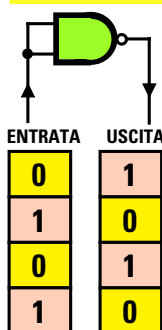
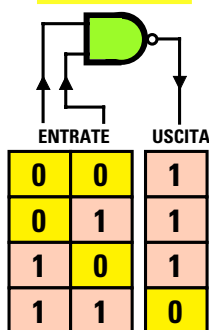
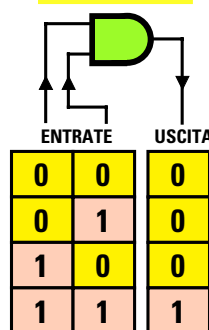
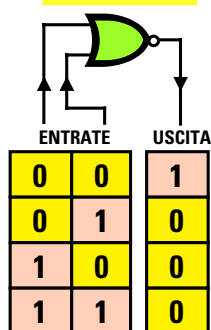
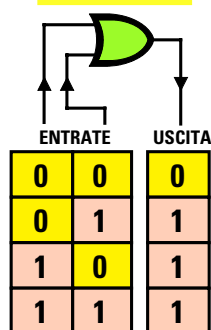



TAVOLA della VERITÀ delle PORTE LOGICHE

INVERTER

ENTRATA	USCITA
0	1
1	0
0	1
1	0

NAND

ENTRATA	USCITA
0	1
1	0
0	1
1	0

NAND

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

AND

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NOR

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

OR

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR ESCL.

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR ESCL.

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR

ENTRATE			USCITA
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

OR

ENTRATE			USCITA
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

NAND

ENTRATE			USCITA
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

AND

ENTRATE			USCITA
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

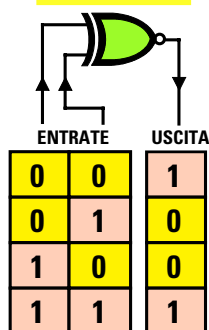
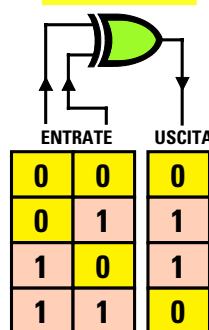
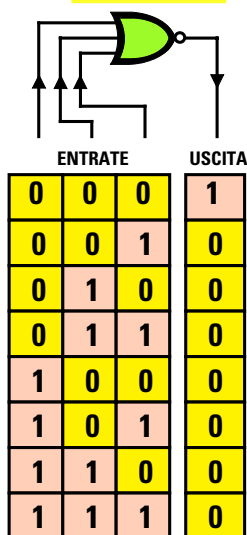
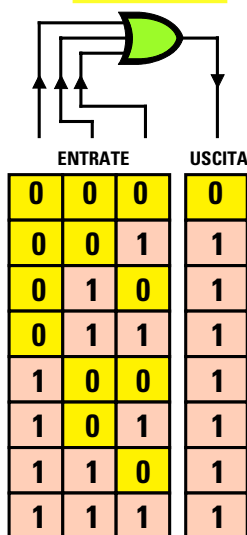
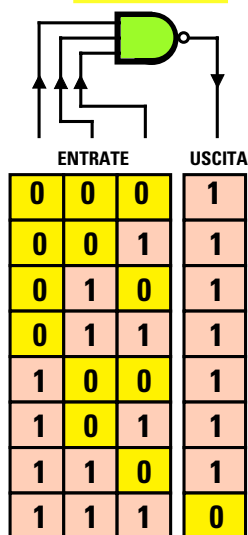
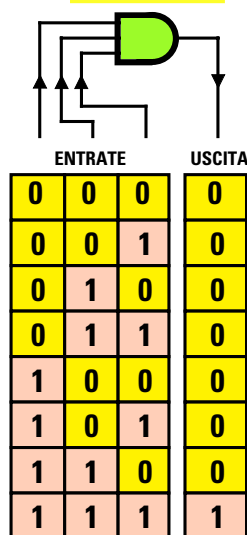
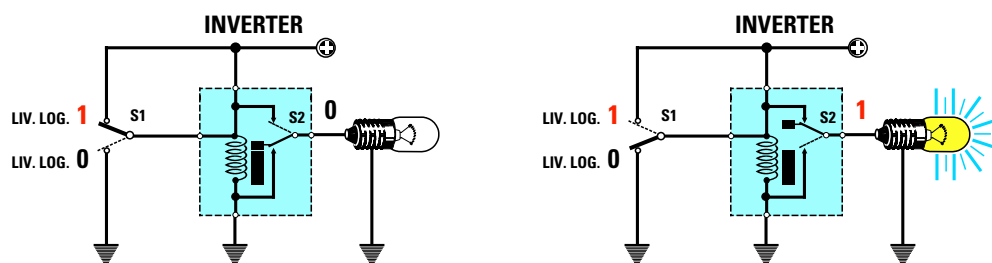



Fig.574 Collegando un relè come visibile in figura avremo realizzato una porta INVERTER. Infatti applicando un livello logico 1 sul suo ingresso, il relè si eccita spegnendo la lampada ed applicando un livello logico 0 il relè si diseccita accendendo la lampada.

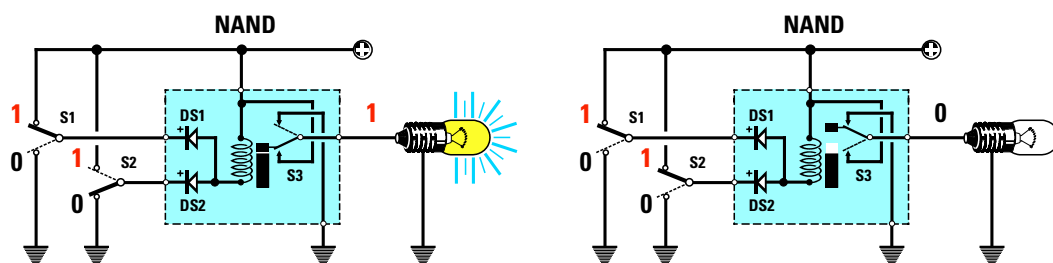



Fig.575 Collegando un relè come visibile in figura avremo realizzato una porta NAND. Commutando gli interruttori posti sui due diodi d'ingresso otterremo in uscita gli stessi livelli logici riportati nella Tavola della Verità del NAND.

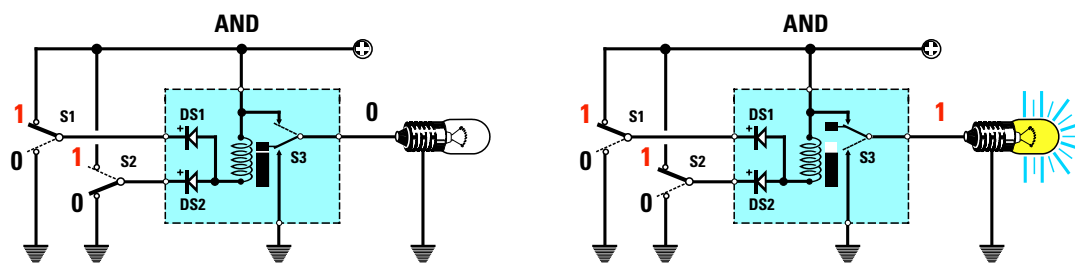



Fig.576 Per ottenere una porta AND dovremo solo invertire i collegamenti interni del deviatore S3 come visibile in figura. Quando il relè, tramite S1 - S2, viene eccitato la lampada posta sull'uscita si spegne, quando viene diseccitato la lampada si accende.

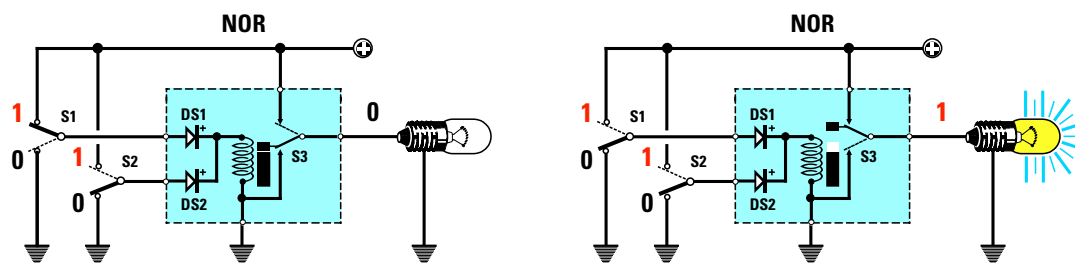



Fig.577 Per realizzare una porta NOR con un relè, dovremo collegare i due diodi come visibile in figura. Solo quando uno dei due diodi viene collegato al positivo di alimentazione, il relè si eccita spegnendo la lampada (vedi Tavola della Verità).

Qualsiasi altra combinazione sugli ingressi determina sull'uscita un **livello logico 1**, cioè la massima tensione **positiva**.

Per capire come funziona una **porta Nand** dobbiamo collegare un **relè** come visibile in fig.575, ed aggiungere due **diodi** al silicio (vedi **DS1 - DS2**).

Spostando la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** di alimentazione (**livello logico 1**) e la leva del deviatore **S2** verso **massa** (**livello logico 0**) o viceversa, il relè si **eccita** perché la tensione **positiva** che passa attraverso la **bobina** del relè si scarica verso **massa** passando attraverso il **diodo** siglato **DS1**.

A relè **eccitato**, la leva interna siglata **S3** si posiziona sul contatto **positivo** di alimentazione quindi sul terminale d'uscita ritroviamo un **livello logico 1**, cioè con una tensione **positiva**.

Solo quando le leve dei deviatori **S1 - S2** risultano **entrambe spostate** sul **positivo** di alimentazione (**livelli logici 1 – 1**), il relè **non** si può eccitare lasciando la leva interna **S3** posizionata sul terminale di **massa**. In questo caso sull'uscita ritroviamo un **livello logico 0**.

I due diodi **DS1 - DS2** presenti nel circuito servono per evitare un **cortocircuito** quando si posiziona uno dei due ingressi sul **positivo** e l'altro a **massa**.

La porta AND

Controllando la **tavola della verità** della porta **AND** possiamo notare che solamente quando su entrambi gli ingressi è presente un **livello logico 1**, sulla sua uscita ritroviamo un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva**.
Qualsiasi altra combinazione sugli ingressi determina sull'uscita un **livello logico 0**, cioè nessuna tensione.

Come potete facilmente constatare, a parità di livelli logici in ingresso la porta **And** fornisce sul suo terminale d'uscita dei livelli logici **opposti** a quelli forniti dalla porta **Nand**.

Per capire come funziona una **porta And** dobbiamo collegare un **relè** come visibile in fig.576.
Spostando la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** di alimentazione (**livello logico 1**) e la leva del deviatore **S2** verso **massa** (**livello logico 0**) o viceversa, il relè si **eccita** perché la tensione **positiva** che passa attraverso la **bobina** del relè si scarica verso **massa** passando attraverso uno dei due diodi al silicio siglati **DS1 - DS2**.

A relè **eccitato** la leva interna siglata **S3** si posiziona sul contatto di **massa**, quindi sull'uscita ritroviamo un **livello logico 0**, cioè nessuna tensione.

Solo quando le leve dei deviatori **S1 - S2** vengono **entrambe spostate** sul positivo di alimentazione (**livelli logici 1 – 1**) il relè **non** può eccitarsi, quindi la leva interna **S3** rimane posizionata sul terminale **positivo** e sull'uscita ritroviamo un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva**.

La porta NOR

Controllando la **tavola della verità** della porta **NOR** possiamo notare che solamente quando su entrambi gli ingressi è presente un **livello logico 0**, sull'uscita ritroviamo un **livello logico 1**.
Qualsiasi altra combinazione sugli ingressi determina sull'uscita un **livello logico 0**, cioè nessuna tensione.

Per capire come funziona una **porta Nor** dobbiamo collegare un **relè** come visibile in fig.577.
Spostando la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** di alimentazione (**livello logico 1**) e la leva del deviatore **S2** verso **massa** (**livello logico 0**) o viceversa, il relè si **eccita** perché la tensione **positiva** che passa attraverso uno dei due diodi raggiunge la bobina del relè **eccitandola**.

Anche se il diodo opposto applicato sull'ingresso risulta cortocircuitato verso **massa**, non toglie alla bobina del relè la tensione di eccitazione perché, essendo il suo **catodo** collegato verso il **positivo**, **non** può condurre.

A relè **eccitato**, la leva interna siglata **S3** si posiziona sul contatto di **massa**, quindi sull'uscita ritroviamo un **livello logico 0**, cioè assenza di tensione.

Quando le leve dei deviatori **S1 - S2** vengono **entrambe spostate** verso **massa** (**livelli logici 0 – 0**) il relè **non** riesce ad eccitarsi, quindi la leva interna **S3** rimane posizionata sul terminale **positivo** e sull'uscita ritroviamo un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva** che fa **accendere** la lampadina.

La porta OR

Controllando la **tavola della verità** della porta **OR** possiamo notare che quando su entrambi gli ingressi è presente un **livello logico 0**, sull'uscita ritroviamo un **livello logico 0**.
Qualsiasi altra combinazione sugli ingressi determina sull'uscita un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva**.

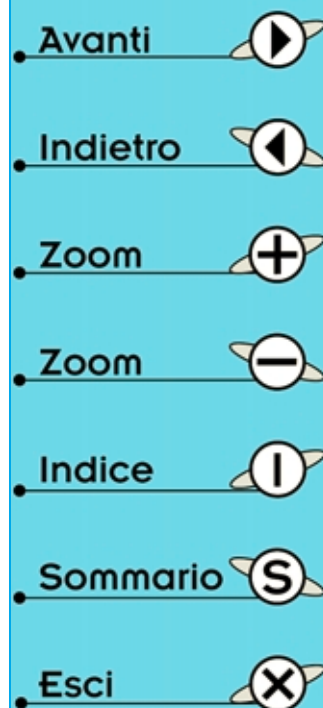
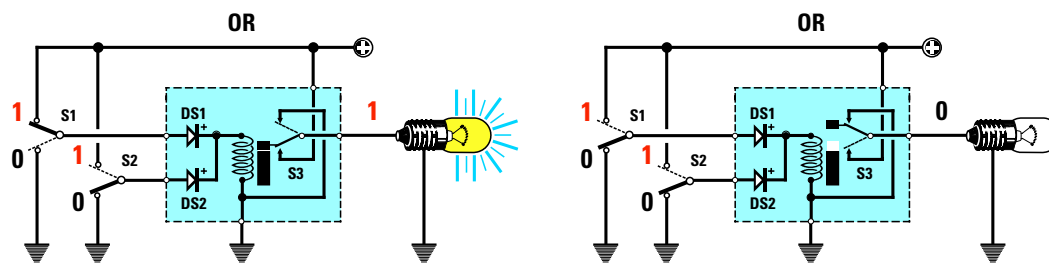



Fig.578 Per realizzare una porta OR dovremo solo collegare i contatti del deviatore interno S3 come visibile in figura. E infatti in queste condizioni la lampada si spegne quando il relè risulta diseccitato e si accende a relè eccitato.

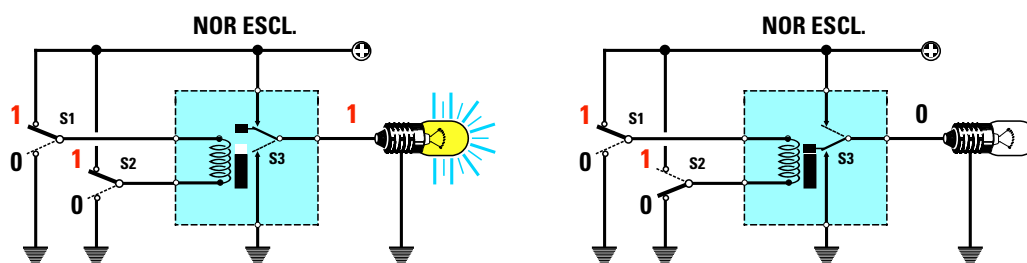



Fig.579 Per realizzare una porta NOR Esclusiva dovremo collegare i due diodi agli estremi della bobina di eccitazione come visibile in figura. Quando sui due ingressi vengono applicati due identici livelli logici 1-1 o 0-0, il relè non riesce ad eccitarsi.

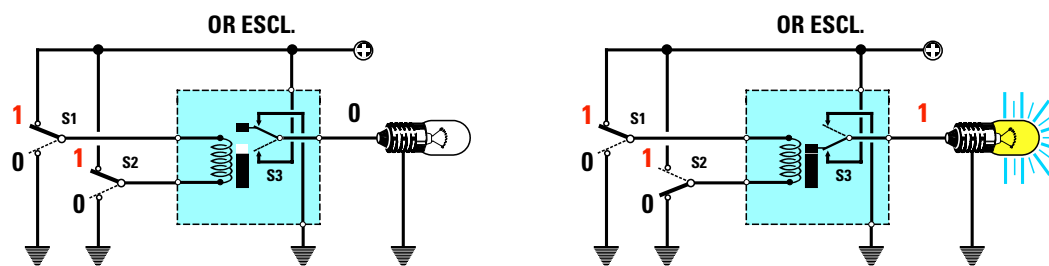



Fig.580 Per realizzare una porta OR Esclusiva dovremo solo collegare i contatti del deviatore interno S3 come visibile in figura. E infatti in queste condizioni la lampada si spegne quando il relè risulta diseccitato e si accende a relè eccitato.

Come potete facilmente constatare, a parità di livelli logici in ingresso la porta **Or** fornisce sul suo terminale d'uscita dei livelli logici **opposti** a quelli forniti dalla porta **Nor**.

Per capire come funziona una **porta Or** dobbiamo collegare un **relè** come visibile in fig.578.
Spostando la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** di alimentazione (**livello logico 1**) e la leva del deviatore **S2** verso **massa** (**livello logico 0**) o viceversa, il relè si **eccita** perché la tensione **positiva** che passa attraverso **DS1** raggiunge la **bobina** del relè **eccitandola**.
Anche se il diodo **DS2** risulta cortocircuitato verso **massa**, non toglie alla bobina del relè la tensione di eccitazione, perché essendo il suo **catodo** collegato verso il **positivo**, non può condurre.
A relè **eccitato**, la leva interna siglata **S3** si posiziona sul contatto **positivo** quindi sull'uscita ritroviamo un **livello logico 1**.

Solo quando entrambe le leve dei deviatori **S1 - S2** vengono **spostate** verso **massa** (**livello logici 0 – 0**), il relè **non** riesce ad eccitarsi, quindi la leva interna **S3** rimane posizionata sul terminale di **massa** e sull'uscita ritroviamo un **livello logico 0**, cioè assenza di tensione.

La porta NOR esclusiva

Controllando la **tavola della verità** della porta **NOR esclusiva** possiamo notare che quando sui due ingressi sono presenti i **livelli logici 0 – 0**, sull'uscita è presente un **livello logico 1**. La stessa condizione logica si ottiene anche quando sugli ingressi sono presenti i **livelli logici 1 – 1**.
Quando sugli ingressi ci sono livelli logici opposti, in uscita ritroviamo un **livello logico 0**, cioè nessuna tensione.

Per capire come funziona una **porta Nor esclusiva** colleghiamo un **relè** come visibile in fig.579.

Spostando entrambe le leve dei deviatori **S1 - S2** verso il **positivo** di alimentazione, il relè **non** si eccita. In queste condizioni la leva interna siglata **S3** rimane collegata sul contatto **positivo** di alimentazione e la lampadina si **accende**.

La stessa condizione si ottiene spostando entrambe le leve dei deviatori **S1 - S2** verso **massa**.

Solo se spostiamo la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** e la leva del deviatore **S2** verso **massa** o viceversa, il relè si **eccita** e, di conseguenza, la leva interna **S3** si posiziona sul terminale di **massa** togliendo tensione sul terminale d'uscita, dove troviamo un **livello logico 0**, cioè nessuna tensione.

La porta OR esclusiva

Controllando la **tavola della verità** della porta **OR esclusiva** possiamo notare che quando sui due ingressi sono presenti i **livelli logici 0 – 0**, sull'uscita è presente un **livello logico 0**. La stessa condizione logica si ottiene anche quando sugli ingressi sono presenti i **livelli logici 1 – 1**.
Quando sugli ingressi ci sono livelli logici opposti, in uscita ritroviamo un **livello logico 1**, cioè la massima tensione **positiva**.

Per capire come funziona una **porta Or esclusiva** colleghiamo un **relè** come visibile in fig.580.

Spostando entrambe le leve dei deviatori **S1 - S2** verso il **positivo** di alimentazione, il relè **non** si eccita. In queste condizioni la leva interna siglata **S3** rimane collegata sul contatto di **massa** e quindi in uscita abbiamo un **livello logico 0**.
La stessa condizione si ottiene spostando entrambe le leve dei deviatori **S1 - S2** verso **massa**.

Solo se spostiamo la leva del deviatore **S1** verso il **positivo** e la leva del deviatore **S2** verso **massa** o viceversa, il relè si **eccita** e, di conseguenza, la leva interna **S3** si posiziona sul **positivo** di alimentazione ed in uscita abbiamo un **livello logico 1**.

VARIANTI sui SIMBOLI ELETTRICI

Come abbiamo già detto, le porte **Nand - Nor** si distinguono dalle porte **And - Or** per quel piccolo **cerchietto** sul terminale d'uscita (vedi fig.581).

Per distinguere i simboli **Or** e **Nor** da quelli **Or esclusivo** e **Nor esclusivo** sull'ingresso di questi ultimi viene disegnata una specie di **parentesi** (vedi fig.581).

Oltre a questi segni particolari, a volte si può trovare vicino al terminale d'uscita un **asterisco** oppure all'interno della porta un simbolo simile ad una doppia **S**, come visibile in fig.582.

Poiché pochi sanno cosa significano questi due **segni**, riteniamo necessario dilungarci per spiegarlo.

Quando vicino al terminale d'**uscita** della porta logica troviamo un **asterisco** significa che questo terminale **non** è internamente collegato al **positivo** della tensione di alimentazione.

In una porta **Nand senza asterisco** (vedi fig.583) il terminale **positivo** sul quale si collega la leva del deviatore **S3**, è internamente collegato alla tensione di alimentazione.

In una porta **Nand** con l'**asterisco** il terminale **positivo** interno **non** risulta collegato al positivo, quindi per ottenere in uscita un **livello logico 1** dobbiamo necessariamente applicare all'esterno una **resistenza**, come visibile in fig.584.

Quando il relè **non** risulta **eccitato**, la tensione positiva presente ai capi di questa resistenza viene **cortocircuitata** a **massa** dalla leva **S3**, quindi in uscita ritroviamo un **livello logico 0**.
Quando il relè risulta **eccitato**, la tensione **positiva** di alimentazione passa attraverso la **resistenza**, quindi in uscita ritroviamo un **livello logico 1**.

Se all'interno del disegno grafico della **porta logica** è presente una specie di doppia **S**, significa che i suoi terminali d'**ingresso** risultano **triggerati**.

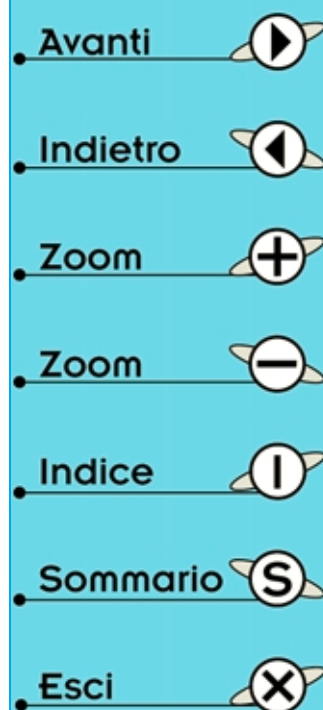
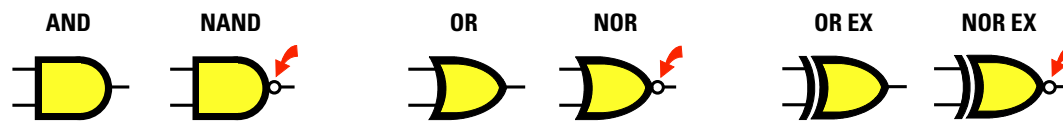



Fig.581 Per distinguere la porta NAND dalla porta AND, la porta NOR dalla porta OR e la porta NOR Esclusiva dalla porta OR Esclusiva, viene riportato sul piedino d'uscita una piccola "o". Per distinguere le porte NOR e OR dalle porte NOR Esclusive ed OR Esclusive viene posto sul lato dell'ingresso il simbolo della parentesi ")".

Con il termine **triggerato** si intende che la **porta** cambia il suo **livello logico** d'uscita solamente quando i **livelli logici** applicati sugli ingressi raggiungono un **determinato** valore di soglia.
Si usano gli ingressi triggerati in modo da rendere le porte **insensibili** ai disturbi che potrebbero risultare presenti sul segnale applicato agli **ingressi**.

Per farvi capire la differenza tra una porta **triggerata** ed una porta **normale** consideriamo la porta più semplice, cioè l'**inverter** che dispone di un solo ingresso.

porta normale – dal disegno di fig.586 potete notare che il terminale d'**ingresso** può riconoscere come **livello logico 1** qualsiasi tensione che supera i **0,5 volt** e come **livello logico 0** la tensione che da **5 volt** scende sotto i **2,5 volt**.
Questi due valori sono riferiti ad una **porta logica** alimentata con una tensione di **5 volt**.
In fig.586 potete notare che le tensioni comprese tra **0,5** a **2,5 volt** vengono definiti valori **incerti**, quindi l'integrato può riconoscerli come **livelli logici 1**, ma anche come **livelli logici 0**.
Per non cadere dentro questa **zona incerta**, bisogna sempre applicare sul suo ingresso una tensione **minore** di **0,5 volt** per avere dei **livelli logici 0** ed una tensione **maggiore** di **4 volt** per avere dei **livelli logici 1**.

Se queste condizioni sembrano molto semplici da ottenere in teoria, in pratica sull'ingresso possono giungere degli **impulsi spuri** esterni causati, ad esempio, dai contatti di un interruttore, dalle spazzole di un motore elettrico o da un diodo Triac. Se questi impulsi superano i **0,5 volt** verranno riconosciuti dalla **porta logica** come **livelli logici 1**.

porta triggerata – a differenza del disegno di fig.586, nella fig.587 la tensione deve superare i **2 volt** perché l'ingresso della **porta** la riconosca come **livello logico 1**, quindi tutti i **disturbi spuri** che non riescono a superare questo valore vengono considerati come **livelli logici 0**.

Le porte **triggerate** risultano pertanto molto **meno sensibili** agli impulsi **spuri**.

PORTE con più INGRESSI

Negli esempi finora riportati abbiamo sempre disegnato le porte **And - Or - Nand - Nor - Or esclusivi - Nor esclusivi** con soli **due ingressi**, ma come potete vedere in fig.594 esistono anche delle porte provviste di **3 - 4 - 5 ingressi**.
La **tavola** della **verità** di queste porte risulta **identica** a quella delle porte con **due terminali**.

Osservando ad esempio la **tavola della verità** della porta **Nand** con **due** ingressi, potete notare che in **uscita** ritroviamo un **livello logico 0** solo quando su entrambi gli ingressi sono presenti i **livelli logici 1 – 1**.
In qualsiasi altra condizione avremo sull'uscita un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva**.

Anche per i **Nand** provvisti di **più ingressi** ritroviamo in uscita un **livello logico 0** solamente quando **tutti** gli ingressi sono a **livello logico 1**.

Se **uno** solo degli ingressi è a **livello logico 0**, sulla sua uscita avremo sempre un **livello logico 0**, e questo possiamo rilevarlo controllando la sua **tavola della verità**.

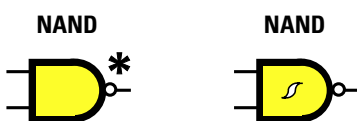
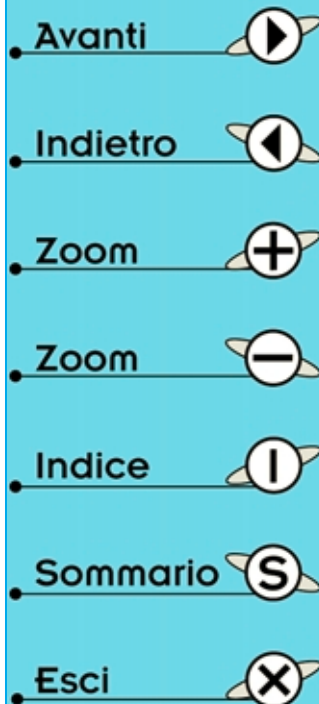



Fig.582 Se sull'uscita della Porta è riportato il simbolo dell'"asterisco" significa che il suo piedino d'uscita è internamente scollegato dal positivo di alimentazione (vedi fig.583). Se all'interno della porta c'è una doppia S significa che è triggerata.

Una porta INVERTER con 2 terminali

Possiamo realizzare un **inverter** collegando insieme le **porte Nand - Nor** oppure **And - Or** provviste di **due** ingressi.

Infatti controllando la **tavola della verità** della porta **Nand** possiamo notare che quando su entrambi gli ingressi è presente un **livello logico 0**, sull'uscita abbiamo un **livello logico 1**, mentre quando su entrambi gli ingressi è presente un **livello logico 1**, sull'uscita abbiamo un **livello logico 0**. Di conseguenza collegando insieme i due ingressi otteniamo una **porta inverter**.

UNA PORTA come INTERRUTTORE

Una porta provvista di **due** ingressi è utile per ottenere dei semplici e veloci **commutatori elettronici** per segnali digitali.
Se nel circuito di fig.590 applichiamo su un terminale d'ingresso una **frequenza** ad **onda quadra** e colleghiamo l'opposto terminale al **positivo** di alimentazione, cioè lo portiamo a **livello logico 1**, questa porta lascerà passare questa frequenza verso il terminale d'**uscita** senza problemi.

Per capire perché avviene ciò basta guardare la **tavola della verità** della porta **Nand**.
Quando l'**onda quadra** applicata su uno dei suoi piedini è a **livello logico 1**, poiché l'opposto piedino è a **livello logico 1** in uscita ritroviamo:

1 – 1 risultato **0**

Quando l'**onda quadra** si porta a **livello logico 0**, poiché l'opposto terminale è a **livello logico 1** in uscita ritroviamo:

1 – 0 risultato **1**

Se colleghiamo l'opposto terminale a **massa**, vale dire a **livello logico 0** (vedi fig.591), il segnale applicato sull'altro ingresso **non** passerà sulla sua uscita perché avremo:

0 – 0 risultato **1**
0 – 1 risultato **1**

INTEGRATI DIGITALI

Le **porte digitali** si trovano sempre racchiuse dentro un corpo plastico di forma rettangolare chiamato **integrato** (vedi fig.592) provvisto di **14** o **16 piedini**, al cui interno sono presenti **2 - 3 - 4 - 6 porte digitali**.
Per sapere che tipo di **porte** sono presenti all'interno di un integrato dobbiamo guardare la **sigla**

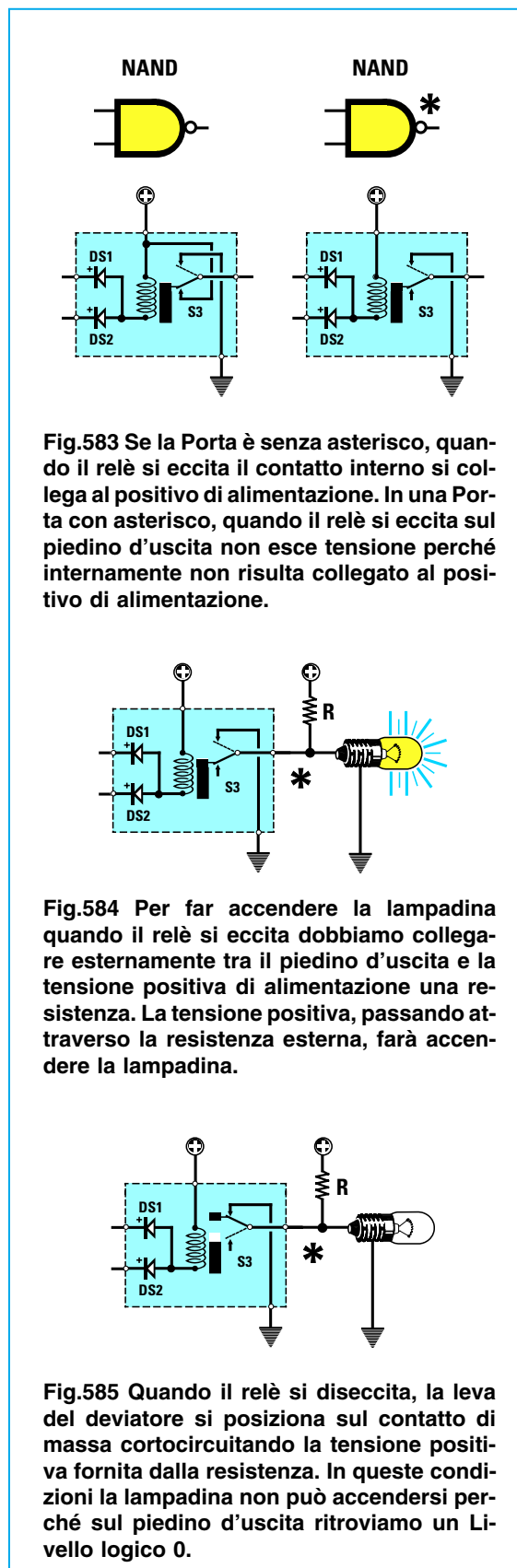



Fig.583 Se la Porta è senza asterisco, quando il relè si eccita il contatto interno si collega al positivo di alimentazione. In una Porta con asterisco, quando il relè si eccita sul piedino d'uscita non esce tensione perché internamente non risulta collegato al positivo di alimentazione.

Fig.584 Per far accendere la lampadina quando il relè si eccita dobbiamo collegare esternamente tra il piedino d'uscita e la tensione positiva di alimentazione una resistenza. La tensione positiva, passando attraverso la resistenza esterna, farà accendere la lampadina.

Fig.585 Quando il relè si diseccita, la leva del deviatore si posiziona sul contatto di massa cortocircuitando la tensione positiva fornita dalla resistenza. In queste condizioni la lampadina non può accendersi perché sul piedino d'uscita ritroviamo un Livello logico 0.

5 V.
LIV. LOG. 1
2,5 V.
CONDIZIONE INCERTA
0,5 V.
0 V.
LIV. LOG. 0

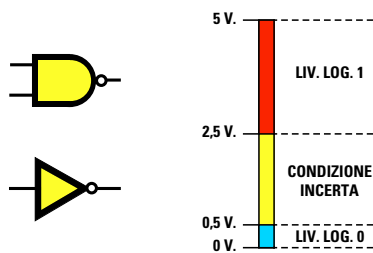



Fig.586 Tutti i piedini d'ingresso di una normale Porta riconoscono un Livello logico 1 quando la tensione supera i 2,5 volt ed un Livello logico 0 quando scende sotto i 0,5 volt. Tutti i valori di tensione intermedi sono condizioni incerte.

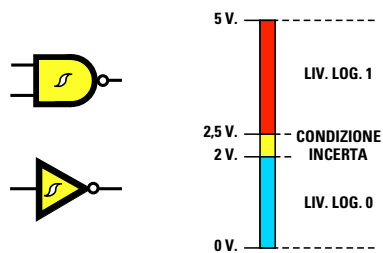



Fig.587 Tutti i piedini d'ingresso di una Porta Triggerata riconoscono un Livello logico 1 solo quando la tensione supera i 2 volt. Queste porte vengono perciò usate nei circuiti in cui sono presenti molti disturbi spuri generati da relè, Triac ecc.

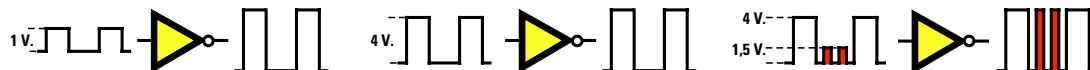



Fig.588 Quando sull'ingresso di una porta Inverter applichiamo dei segnali che raggiungono dei livelli da 1 a 4 volt, vengono riconosciuti come Livelli logici 1. Se giungono dei disturbi che superano 1 volt, vengono ugualmente rilevati come Livello logico 1.

Fig.589 Una porta Inverter Triggerata riconosce come Livello logico 1 solo quei segnali che superano un livello di 2 volt, quindi se sugli ingressi giungono degli impulsi di disturbo che non superano una tensione di 2 volt, non vengono rilevati.

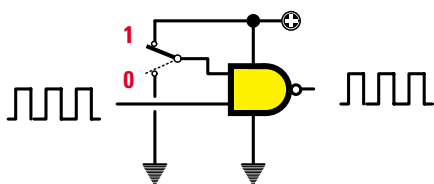



Fig.590 Sull'uscita di una porta provvista di due ingressi ritroviamo lo stesso segnale digitale applicato su uno dei due ingressi solo se l'ingresso opposto è collegato al positivo di alimentazione. Vedi per la conferma la Tavola della verità.

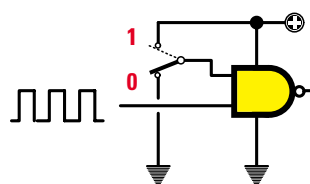



Fig.591 Se colleghiamo a massa l'opposto piedino (Livello logico 0), qualsiasi segnale che applicheremo sull'opposto ingresso non raggiungerà mai l'uscita, quindi possiamo utilizzare una porta logica anche come commutatore elettronico.

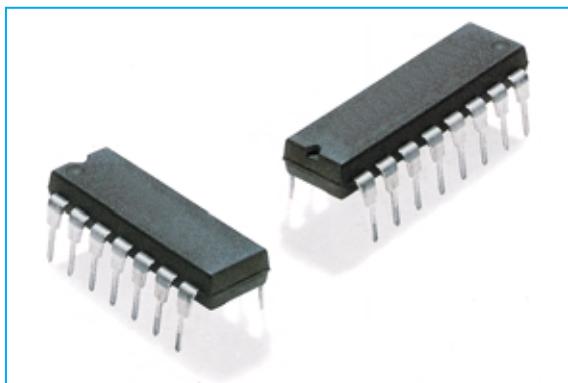



Fig.592 Le porte digitali sono sempre racchiuse dentro un integrato provvisto di 14 o di 16 piedini. Su un solo lato di questi corpi è presente una tacca di riferimento a forma di U che ci permette di individuare il piedino 1 (vedi figg.594-595).

stampigliata sul corpo e cercare in un **data-book** il suo schema interno.

Nelle figg.594-595 potete vedere gli schemi interni dei più comuni integrati digitali e le loro sigle.

Nelle sigle abbiamo riportato il solo **numero** significativo, tralasciando le lettere **iniziali** che indicano normalmente la Casa Costruttrice.

Un integrato **7400** contiene al suo interno:
4 Nand a **2 ingressi**.

Un integrato **7402** contiene al suo interno:
4 Nor a **2 ingressi**.

Un integrato **4001**, che in commercio possiamo trovare siglato **CD.4001** o **HCF.4001**, contiene al suo interno **4 Nor** a **2 ingressi** (vedi fig.594).

Per sapere qual è il **piedino 1** in questi integrati, guardate l'integrato dall'alto e prendete come riferimento l'incavo a forma di **U** presente su un solo lato del corpo plastico.

Tenendo l'incavo a forma di **U** rivolto verso **sinistra**, il **piedino 1** è quello posto in **basso** a sinistra, come potete anche vedere dai disegni riportati nelle figg.594-495.

Oltre ai piedini d'ingresso e d'uscita di ogni **singola porta**, l'integrato ha ovviamente, per poter funzionare, anche i due piedini di **alimentazione**.

Il piedino da collegare al **positivo** di alimentazione viene indicato con un **+** o con la scritta **Vcc**.
Il piedino da collegare al **negativo** di alimentazione viene sempre indicato con la scritta **GND**, abbreviazione del termine inglese **ground = massa**.

INTEGRATI TTL - C/MOS - HC/MOS

Nella **lista** componenti di ogni schema elettrico trovate sempre indicata la **sigla** dell'integrato da utilizzare, ad esempio:

integrato **TTL** tipo.**7402**
integrato **TTL** tipo.**74H10**
integrato **TTL** tipo.**74LS10**
integrato **TTL** tipo.**74S14**

integrato **C/Mos** tipo.**74C00**
integrato **C/Mos** tipo.**74HC05**
integrato **C/Mos** tipo **CD.4000**
integrato **C/Mos** tipo **HCF.4001**
integrato **C/Mos** tipo **HCT.4023**

Le differenze che esistono tra un integrato **TTL** ed un integrato **C/Mos** riguardano soltanto:

– la tensione di **alimentazione**
– la massima **frequenza** di lavoro
– il valore dei **livelli logici 1 - 0**

Tutta la serie degli integrati che iniziano con il numero **74** vanno alimentati con una tensione che non risulti **minore** di **4,5 volt** o **maggiore** di **5,5 volt**, in altre parole vanno alimentati con una tensione **stabilizzata** di **5 volt**.

TABELLA N. 21

Famiglia	HCT Mos	C Mos	C Mos	TTL Standard	TTL Schottky	TTL Schottky	TTL Schottky	TTL Schottky
Sigla	74HC	CD40	HE40	74	74LS	74S	74AS	74F
Volt lavoro	5 volt	18 volt	18 volt	5 volt	5 volt	5 volt	5volt	5 volt
Frequenza	55 MHz	4 MHz	12 MHz	25 MHz	33 MHz	100 MHz	160 MHz	125 MHz

Se la tensione risultasse **minore** di **4,5 volt** le porte presenti al suo interno non riuscirebbero a funzionare, se invece risultasse **maggiore** di **5,2 volt** potremmo bruciare l'integrato.

Le lettere **SN** o **MM** poste prima del numero **74** non hanno alcun significato per la funzionalità del componente, perché sono sigle della Casa Costruttrice, perciò vengono spesso omesse.

I due numeri posti all'estrema destra, 74**00** - 74**02** - 74**14**, indicano il **tipo** di integrato e lettere poste tra i primi due numeri e gli ultimi due, ad esempio 74**C**00 - 74**HC**00 - 74**LS**00 - 74**AS**00, indicano la **frequenza** massima che potremo applicare sui loro ingressi come riportato nella **Tabella N.21**.

Gli integrati il cui numero inizia per **40** o **45**, ad esempio **CD.4000** - **CD.4528** possono essere alimentati con una tensione che non risulti **minore** di **4 volt** o **maggiore** di **18 volt**.

I LIVELLI LOGICI 1 - 0

Come abbiamo già detto, il **livello logico 1** corrisponde alla **max** tensione **positiva** ed il **livello logico 0** ad una tensione di **zero volt**.

Pertanto tutti gli integrati della serie **TTL** o della serie **HC** che richiedono una tensione di alimentazione di **5 volt** ci daranno questi due livelli logici:

Livello logico 0 = 0 volt
Livello logico 1 = 5 volt

Mentre tutti gli integrati **C/Mos** della serie **CD - HE** che possono essere alimentati con tensioni variabili da **4 volt** fino ad un massimo di **18 volt** ci daranno questi due livelli logici:

Livello 0 = 0 volt
Livello 1 = volt pari a quelli di alimentazione

Quindi se alimentiamo un integrato **C/Mos** con una tensione di **4,5 volt** i suoi livelli logici saranno:

Livello 0 = 0 volt
Livello 1 = 4,5 volt

Se alimentiamo lo stesso integrato **C/Mos** con una tensione di **15 volt** i suoi livelli logici saranno:

Livello 0 = 0 volt
Livello 1 = 15 volt

Tenete presente che i piedini d'**ingresso** di questi **C/Mos** riconoscono come **livelli logici 1 - 0** un valore di **tensione** che risulta proporzionale alla tensione di alimentazione (vedi fig.593).

livello logico 0 = 1/3 dei volt di alimentazione
livello logico 1 = 2/3 dei volt di alimentazione

Quindi se alimentiamo l'integrato **C/Mos** con una tensione di **4,5 volt**, fino a quando la tensione sui piedini d'ingresso non supera gli:

(4,5 : 3) x 1 = 1,5 volt

la considera **livello logico 0**.

Se questa tensione non supera i **2/3** della tensione di alimentazione il suo funzionamento rientrerà nella zona di **condizione incerta**.
Solo quando il valore della tensione applicata sui suoi ingressi supera i:

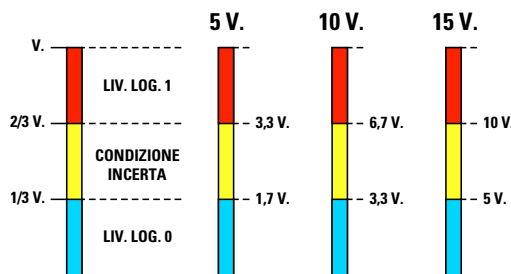
(4,5 : 3) x 2 = 3 volt

la riconosce come **livello logico 1**.

Se alimentiamo l'integrato **C/Mos** con una tensione di **10 volt**, fino a quando la tensione sui piedini d'ingresso non supera i:

(10 : 3) x 1 = 3,33 volt

la considera **livello logico 0**.

Fig.593 Tutti gli integrati C/Mos che possono essere alimentati con tensioni da 5 a 15 volt riconoscono un Livello logico 0 quando sull'ingresso è applicato un segnale fino ad 1/3 dei volt di alimentazione e riconoscono un Livello logico 1 quando sull'ingresso è applicato un segnale che supera i 2/3 dei volt di alimentazione.

CONNESSIONI INTEGRATI serie 40 (viste da sopra)

4001 4002 4011

4012 4023 4025

4030 4049 4068

4069 - 40106 4070 4071

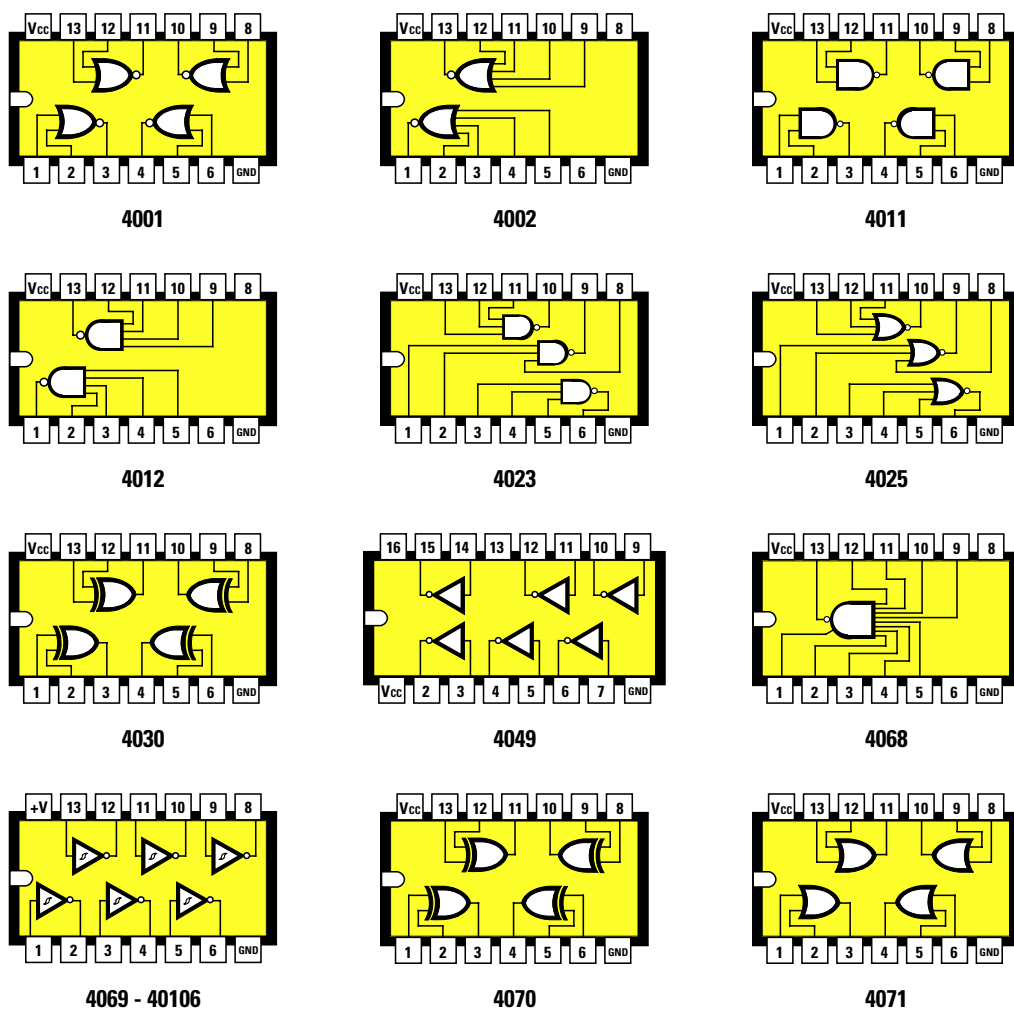



Fig.594 Connessioni viste da sopra delle porte logiche C/Mos della serie 40. Si noti sulla sinistra la tacca di riferimento a forma di U in corrispondenza del piedino 1.

Quando il valore della tensione applicata sui suoi ingressi supera i:

(10 : 3) x 2 = 6,66 volt

la riconosce come **livello logico 1**.
Ammesso che l'integrato **C/Mos** risulti alimentato con una tensione di **15 volt**, fino a quando la tensione sui piedini d'ingresso non supera i:

(15 : 3) x 1 = 5 volt

la considera un **livello logico 0**.

Quando il valore della tensione applicata sui suoi ingressi supera i:

(15 : 3) x 2 = 10 volt

la riconosce come **livello logico 1**.

Poiché la tensione sui piedini d'ingresso di un integrato **C/Mos** deve superare **1/3** della sua tensione di alimentazione per essere riconosciuta come **livello logico 1**, questi integrati risultano **meno sensibili** ai **disturbi** spuri rispetto ai **TTL**.
Comunque anche i **C/Mos** presentano degli svan-

CONNESSIONI INTEGRATI serie 74 (viste da sopra)

7400 — 7401 — 7402

7403 — 7404 — 7405

7408 — 7410 — 7414 - 7419

7420 — 7424 — 7427

7428 — 7432 — 7486

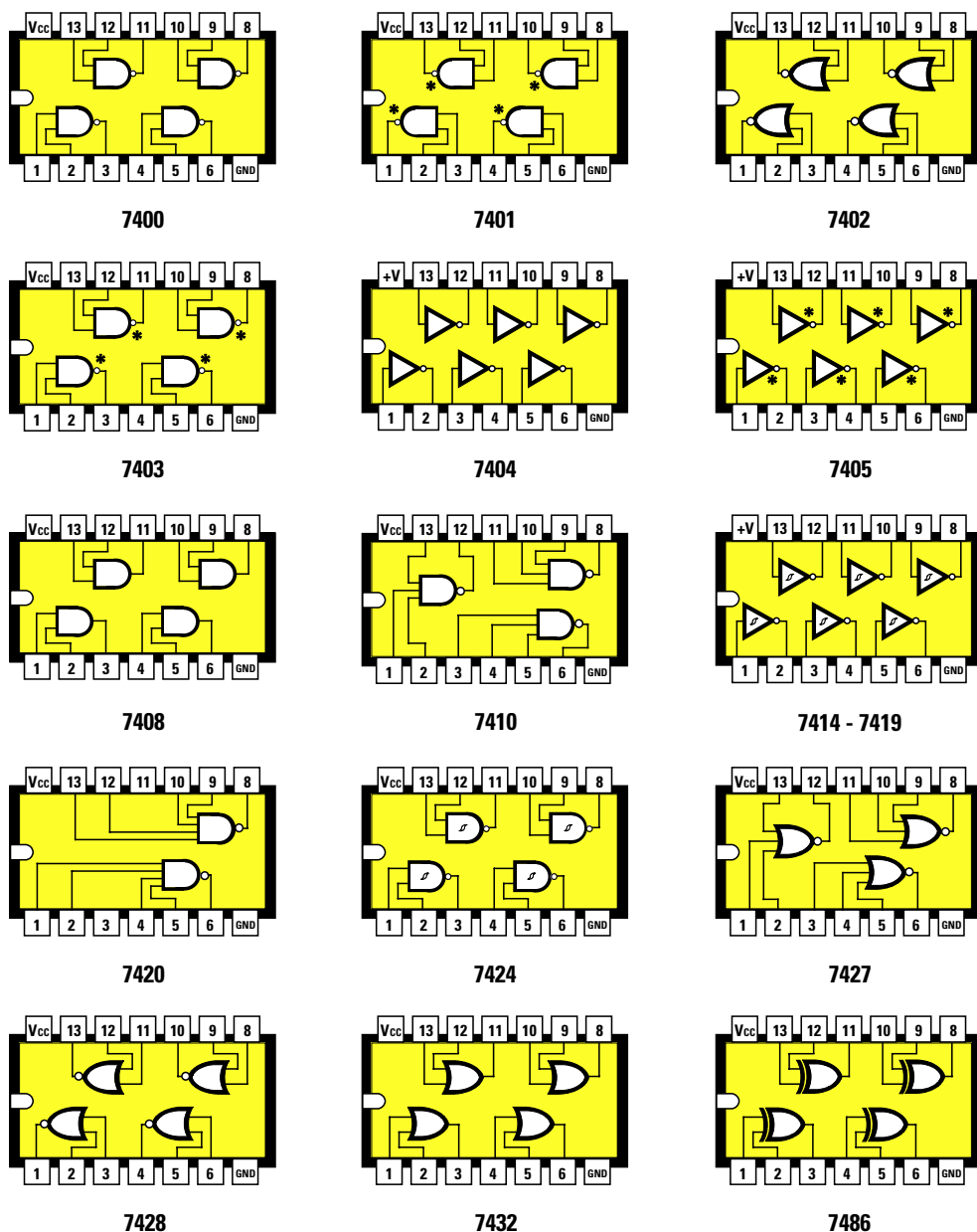



Fig.595 Connessioni viste da sopra delle porte logiche TTL e C/Mos della serie 74. Sulla sinistra la tacca di riferimento a forma di U sempre in corrispondenza del piedino 1.

taggi: ad esempio non riescono a lavorare con segnali la cui frequenza supera i **4 MHz**, mentre gli integrati **TTL standard** riescono a lavorare fino a **25 MHz** e i **TTL Schottky** fino a **100-160 MHz**.
Poiché i **livelli logici 1 - 0** di un **C/Mos** variano in funzione della tensione di alimentazione, non potremo mai collegare la sua **uscita** sull'**ingresso** di una porta **TTL** o viceversa.

Infatti applicando sugli ingressi di una porta **TTL** il **livello logico 0** di una porta **C/Mos** alimentata a **15 volt**, quando la tensione raggiunge i **5 volt**, l'integrato **TTL** la riconosce come **livello logico 1**.
Se applichiamo sugli ingressi di una porta **TTL** il **livello logico 1** di una porta **C/Mos** alimentata a **15 volt**, l'integrato **TTL** si brucia, perché non accetta tensioni maggiori di **5 volt**.

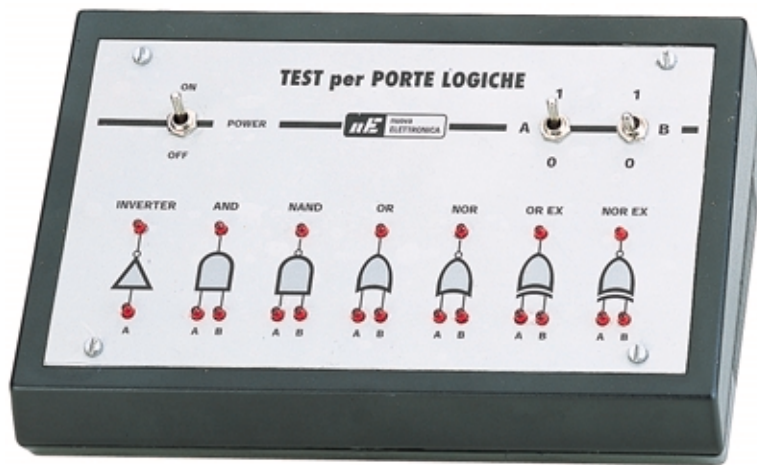



Fig.596 Foto della Tavola della Verità visiva LX.5022.

UNA TAVOLA della VERITÀ VISIVA LX.5022

Con le **porte digitali** si possono realizzare semplici ed interessanti circuiti, ma per la loro progettazione è assolutamente necessario ricordare bene quali **condizioni logiche** si ottengono sull'uscita applicando sugli ingressi i **livelli logici 1 - 0**.

Le **tavole della verità** che abbiamo messo a vostra disposizione vi aiuteranno, ma sappiamo bene che è più facile ricordare quando si può "vedere" ciò che vogliamo imprimere nella memoria.

Abbiamo perciò studiato un kit che ci farà vedere quale **livello logico** apparirà sull'**uscita** delle varie **porte** variando i **livelli logici** sugli **ingressi**.

Come potete vedere in fig.597 questo schema elettrico utilizza solo **3** integrati **TTL** tipo:

7400 contenente **4 Nand** (vedi **IC1**)
7402 o **74LS02** contenente **4 Nor** (vedi **IC2**)
74LS86 contenente **4 Or esclusivi** (vedi **IC3**)

Con le **porte** contenute all'interno di questi integrati possiamo ottenere anche le porte mancanti, cioè **Inverter - And - Or - Nor esclusivo**.

Per ottenere la **porta Inverter** colleghiamo insieme i due ingressi della porta **Nand** siglata **IC1/A**.

Per ottenere la **porta And** colleghiamo sull'uscita della porta **Nand** siglata **IC1/C** un'altra porta **Nand** collegata come **Inverter** (vedi **IC1/B**).

Per ottenere la **porta Or** colleghiamo sull'uscita della porta **Nor** siglata **IC2/B** un'altra porta **Nor** collegata come **Inverter** (vedi **IC2/A**).

Per ottenere la **porta Nor esclusiva** colleghiamo come **Inverter** sull'uscita della porta **Or esclusiva** siglata **IC3/B** una porta **Nor** (vedi **IC2/D**).

Se controllate la **Tavola della verità** scoprirete che collegando sulle **uscite** di queste porte un'altra porta come **Inverter**, si ottengono i richiesti **livelli logici 1 - 0**.

Osservando la fig.597, potete notare che su ogni terminale d'**ingresso** e di **uscita** delle **porte** abbiamo inserito un **diodo led**, che si **accende** quando è presente un **livello logico 1** e si **spegne** quando è presente un **livello logico 0**.

Spostando le leve dei deviatori **S1 - S2** verso il **positivo** di alimentazione applichiamo sugli ingressi un **livello logico 1**, spostandole invece verso **massa** applichiamo un **livello logico 0**.

Per alimentare questo circuito occorre una tensione stabilizzata di **5 volt**, che preleveremo da **IC4**, un normale integrato stabilizzatore tipo **uA.7805**.

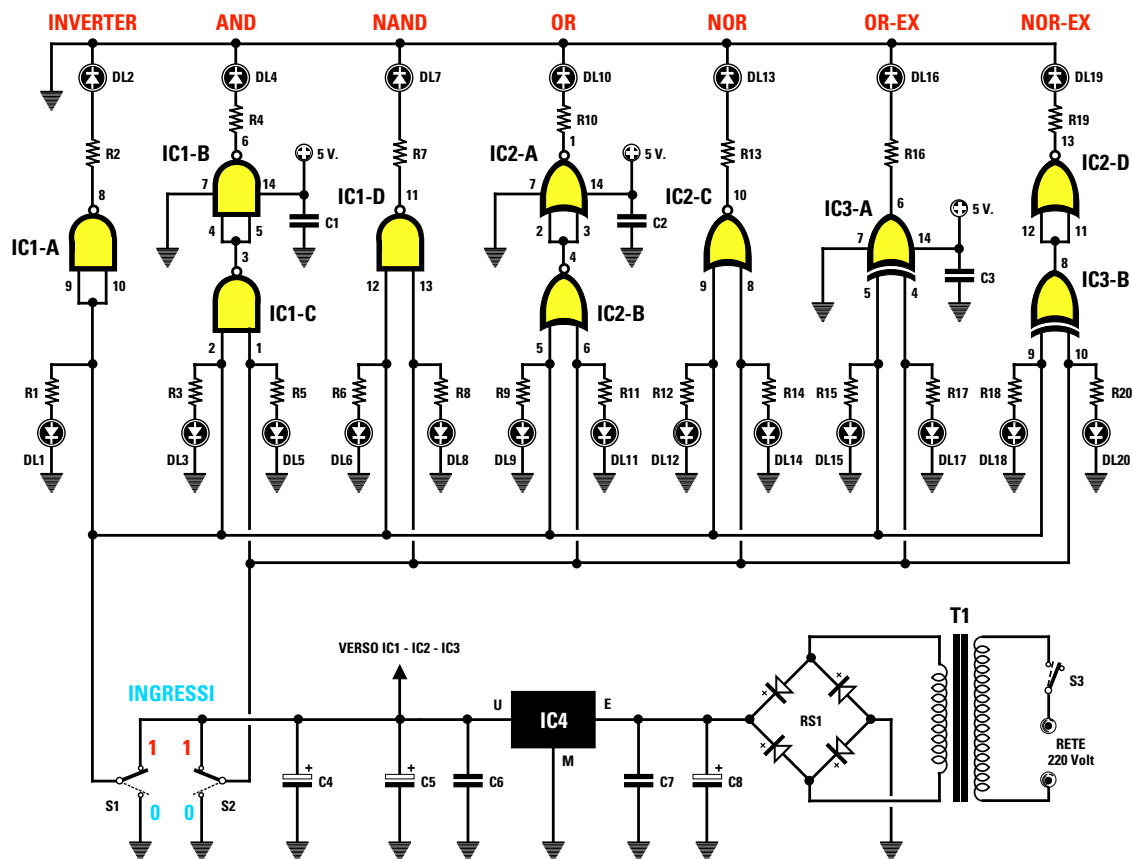
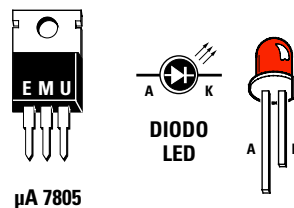



Fig.597 Schema elettrico del kit LX.5022 e connessioni dell'integrato uA.7805 utilizzato nello stadio di alimentazione. Per vedere le connessioni interne dei tre integrati utilizzati in questo progetto basta ricercare le sigle 7400 - 7402 - 7486 nel disegno di fig.595.

ELENCO COMPONENTI LX.5022

R1 = 470 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 470 ohm
R4 = 220 ohm
R5 = 470 ohm
R6 = 470 ohm
R7 = 220 ohm
R8 = 470 ohm
R9 = 470 ohm
R10 = 220 ohm
R11 = 470 ohm
R12 = 470 ohm
R13 = 220 ohm
R14 = 470 ohm
R15 = 470 ohm
R16 = 220 ohm
R17 = 470 ohm
R18 = 470 ohm
R19 = 220 ohm
R20 = 470 ohm
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 47 mF elettrolitico
C5 = 470 mF elettrolitico
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 1.000 mF elettrolitico
RS1 = ponte raddriz. 100 V 1 A
DL1-DL20 = diodi led
IC1 = TTL tipo 7400
IC2 = TTL tipo 7402
IC3 = TTL tipo 7486
IC4 = uA.7805
T1 = trasform. 6 watt (T005.01)
sec. 8 volt 1 ampere
S1 = interruttore
S2 = deviatore
S3 = deviatore

REALIZZAZIONE PRATICA

Per montare questo circuito procuratevi il kit siglato **LX.5022** che risulta completo di tutti i componenti necessari alla sua realizzazione (vedi fig.598).
Potete iniziare inserendo i tre zoccoli per gli integrati **IC1 - IC2 - IC3**.

Dopo aver stagnato tutti i piedini sulle piste in rame, inserite le **resistenze**, poi i **condensatori** poliesteri e gli elettrolitici **C4 - C5 - C8** rispettando la polarità **+/–** dei due terminali. Se sull'involucro non fosse contrassegnato il terminale **positivo**, ricordate che è **più lungo** del negativo.
Proseguendo nel montaggio inserite il ponte raddrizzatore **RS1** rispettando anche per questo la polarità dei due terminali **+/–**, poi l'integrato stabilizzatore **IC4** rivolgendo il lato **metallico** del suo corpo verso destra, come visibile in fig.598.
In alto a destra inserite la morsettiera a **2 poli** per l'ingresso della tensione dei **220 volt**, quindi il trasformatore di alimentazione **T1** fissando il suo contenitore plastico al circuito stampato con due viti in ferro complete di dado.

Per ultimo rovesciate il circuito e, sul alto opposto a quello dei componenti, infilate nei fori dello stampato tutti i **diodi led** introducendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** e il terminale **più corto** nel foro indicato **K**.
Se invertirete i due terminali, i diodi led **non** si accenderanno.

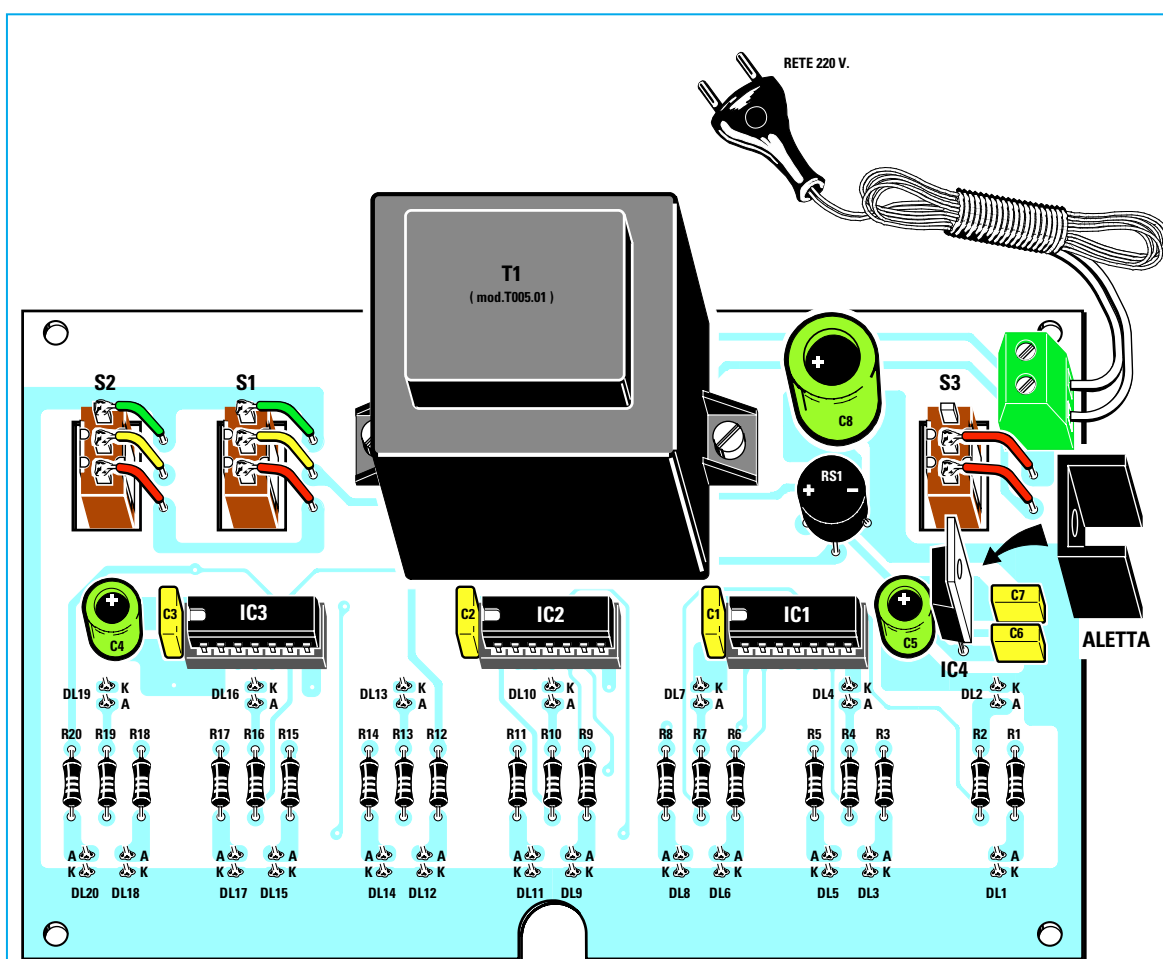



Fig.598 Schema pratico di montaggio della Tavola della Verità visiva. Gli integrati IC3 - IC2 - IC1 vanno inseriti nello zoccolo con la loro U rivolta verso sinistra. Il lato metallico dell'integrato stabilizzatore IC4 va rivolto verso destra e sopra a questo va inserita la sua piccola aletta di raffreddamento. I diodi led vanno montati sul lato opposto del circuito stampato inserendo il terminale più LUNGO nei fori contrassegnati dalla lettera A ed il terminale più CORTO nei fori contrassegnati dalla lettera K.

Fig.599 Foto del circuito stampato visto dal lato dei componenti. I diodi led andranno montati sul lato opposto.

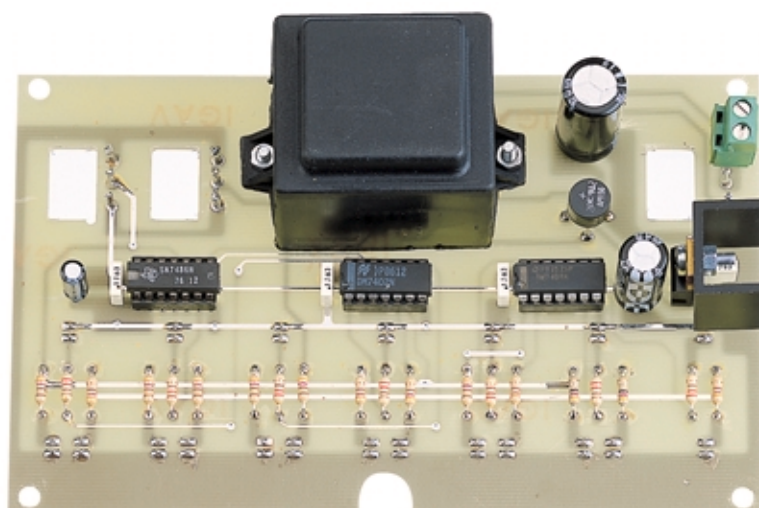
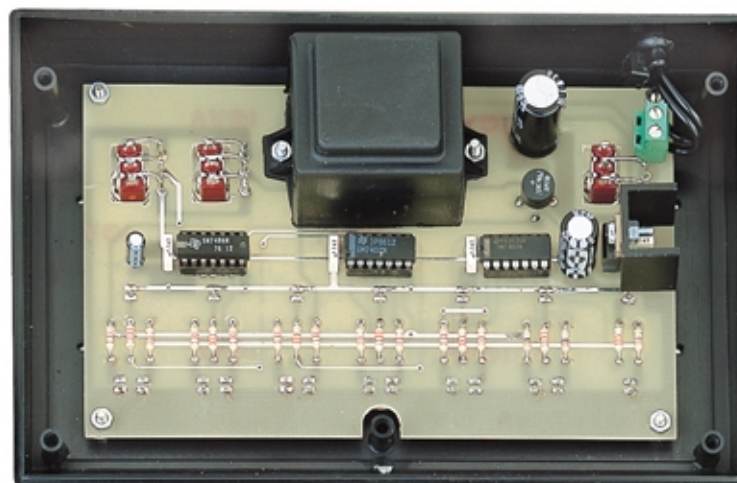



Fig.600 Quando inserite i diodi led nel circuito stampato dovete infilare il terminale più lungo nei fori indicati con “A”.

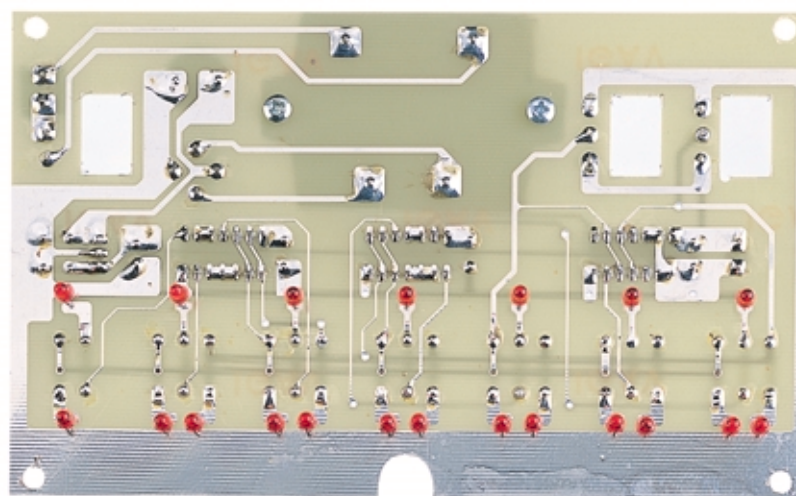



Fig.601 Completato tutto il montaggio potrete fissare il circuito stampato all’interno del suo mobile plastico

Prima di **stagnare** i loro terminali sul circuito vi consigliamo di innestare nei quattro fori dello stampato i **distanziatori metallici** inclusi nel kit, quindi inserite sul **pannello frontale** del mobile i tre deviatori **S1 - S2 - S3** e fissate il circuito stampato sul **pannello**.

Muovendo i diodi led dovrete far entrare il loro **corpo** nei **fori** già predisposti sul pannello e solo dopo aver ottenuto questa condizione **stagnate** i loro terminali sulle piste del circuito stampato.
Solo così avrete la certezza che tutti i diodi led risulteranno alle stessa altezza.
Per terminare il montaggio tagliate con un paio di tronchesine la lunghezza dei terminali in eccesso.

Ora potete collocare nei tre zoccoli gli integrati rivolgendo la tacca a **U** presente sul corpo verso **sinistra** (vedi fig.598).
Fate attenzione non solo ad inserire l'integrato **7400** nello zoccolo **IC1**, l'integrato **7402** nello zoccolo **IC2** e l'integrato **74LS86** nello zoccolo **IC3**, ma guardate che tutti i piedini di ogni integrato entrino nelle fessure dello zoccolo, perché spesso qualche piedino fuoriesce all'esterno oppure si ripiega verso l'interno.

Utilizzando dei corti spezzoni di filo stagnate i terminali dei deviatori **S1 - S2 - S3** sulle piste del circuito come visibile in fig.598.

Completato il montaggio potete inserire la spina di rete in una presa a 220 volt e iniziare a spostare le levette dei deviatori **S1-S2** sui **livelli logici 1** o **0**. Con questi semplici deviatori otterrete tutte le combinazioni riportate nella **tavola** della **verità**.

Oltre a farvi capire come funziona una **porta logica**, questo circuito sperimentale ha una sua utilità pratica. Se un domani vorrete tentare di progettare qualche circuito **digitale**, saprete subito quale livello logico si ottiene sull'**uscita** di qualsiasi **porta** applicando i **livelli logici 1 - 0** sugli ingressi.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti per realizzare il kit **LX.5022** visibili in fig.598, **ESCLUSI** il solo mobile e la mascherina forata e serigrafata L.49.000

Il mobile plastico **MO.5022** completo di pannello forato e serigrafato L.18.000

Costo del solo stampato **LX.5022** L.21.000

I prezzi riportati sono compresi di **IVA**, ma non delle spese **postali** che verranno addebitate solo a chi richiederà il materiale in contrassegno.

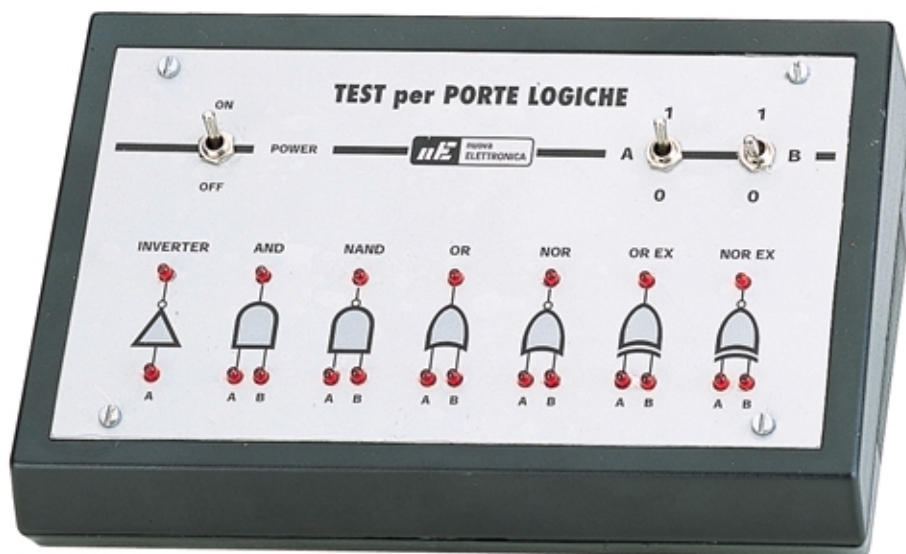



Fig.602 Una volta completato il montaggio vi accorgerete quanto risulti utile questo semplice progetto, perché vi permetterà di sapere istantaneamente quale Livello logico appare sull'uscita di una Porta modificando i Livelli logici sugli ingressi.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

LAMPEGGIATORE SEQUENZIALE LX.5023

Dopo tanta, ma indispensabile teoria, è ora venuto il momento di presentarvi alcuni semplici e divertenti circuiti che utilizzano le **porte digitali**.

In fig.603 potete vedere il circuito che abbiamo chiamato **lampeggiatore sequenziale**, perché accende uno di seguito all'altro **5 diodi led**.

Tutto il circuito necessita del solo integrato **C/Mos 40106**, contenente al suo interno ben **6 inverter triggerati** (vedi fig.605).

Come avrete già notato dalla fig.606, lo schema elettrico appare molto semplice e lineare; viceversa il suo funzionamento non è poi così facile da capire, per cui lo spiegheremo passo per passo.

Non appena forniamo tensione al circuito si accendono **casualmente** per una frazione di secondo i diodi led, ma subito dopo comincia il funzionamento regolare e i led si accendono uno di seguito all'altro partendo da **DL1**.
Affinché il primo diodo led **DL1** si accenda, è necessario che il piedino d'ingresso **3** dell'inverter **IC1/B** si trovi a **livello logico 0**. Solo in questa condizione infatti ritroviamo sulla sua uscita un **livello logico 1**.
Guardando lo schema elettrico di fig.606 potete notare che il piedino d'ingresso risulta **forzato** sul **livello logico 1** dalla resistenza **R2**, collegata alla tensione positiva dei **12 volt**.

Per portare a **livello logico 0** il piedino **3** di **IC1/B** usiamo l'**inverter** siglato **IC1/A**.
Infatti portando a **livello logico 0** il suo piedino d'uscita **2**, che in pratica equivale a piedino **cortocircuitato** verso **massa**, il diodo **DS2** collegato sul piedino **3** di **IC1/B cortocircuita** verso **massa** la tensione **positiva** dei **12 volt** presente su questo piedino e quindi automaticamente sul suo ingresso troviamo un **livello logico 0**. Poiché è un **inverter**, sul piedino d'uscita **4** abbiamo un **livello logico 1** che fa accendere il diodo led **DL1**.

A questo punto dobbiamo spiegare come facciamo a portare a **livello logico 0** il piedino d'uscita di **IC1/A** visto che il piedino d'ingresso **1** si trova forzato a **livello logico 0** dalla resistenza **R1** collegata a **massa** ed essendo **IC1/A** un **inverter**, sul piedino d'uscita **2** abbiamo un **livello logico 1**.

Come potete notare, sul piedino d'ingresso **1** è collegato il condensatore elettrolitico **C2** ed è proprio

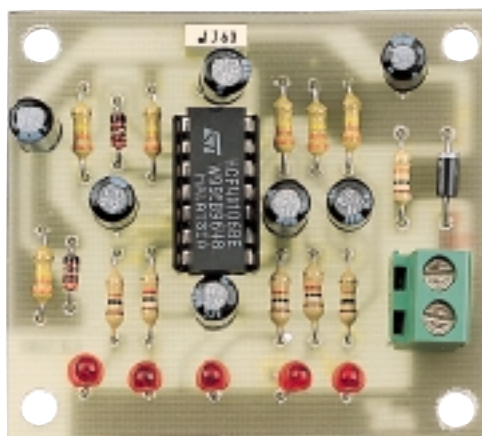



Fig.603 Foto del lampeggiatore sequenziale realizzato con un integrato digitale tipo 40106 contenente 6 Inverter triggerati.

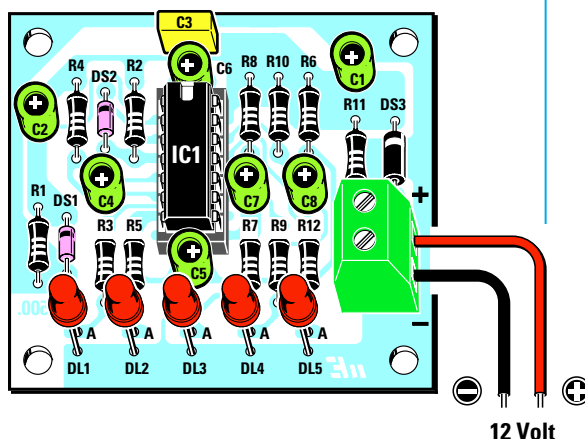



Fig.604 Schema pratico di montaggio. La U presente sul corpo dell'integrato va rivolta verso il condensatore siglato C6.

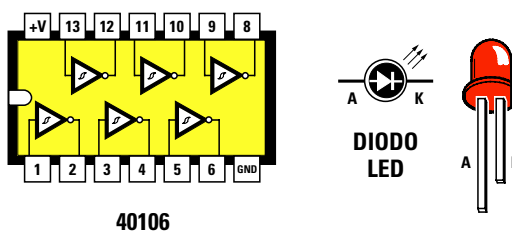



Fig.605 Il corpo dell'integrato 40106 visto da sopra con la numerazione dei piedini. A destra le connessioni A-K del diodo led.

questo che provvede, al momento dell'accensione, a portare a **livello logico 1** tale piedino.

Infatti appena forniamo tensione al circuito, poiché il condensatore elettrolitico **C2** risulta **scarico**, riversa sul piedino **1** la tensione positiva dei **12 volt**, vale a dire un **livello logico 1** e di conseguenza sul piedino d'uscita **2** abbiamo un **livello logico 0** che cortocircuita a **massa** il piedino **3** di **IC1/B** tramite il diodo **DS2**.

Si accende così il diodo led **DL1** collegato sulla sua uscita.

Quando il condensatore **C2** si è totalmente **caricato**, sul piedino **1** di **IC1/A** abbiamo nuovamente un **livello logico 0** ed automaticamente sul piedino d'uscita **2** un **livello logico 1**.

Non potendo più **DS2** scaricare a **massa** la tensione positiva presente sul piedino d'ingresso di **IC1/B**, il diodo led **DL1** si **spegne**.

Nell'istante in cui questo diodo si **spegne**, **cortocircuita** a **massa** il condensatore elettrolitico **C4** collegato sul piedino d'ingresso **5** del terzo inverter **IC1/C**. Su questo piedino abbiamo allora un **livello logico 0** che porta il piedino d'uscita **6** a **livello logico 1** e perciò si **accende** il diodo led **DL2**.

Nel tempo di circa **1 secondo** il condensatore elettrolitico **C4** si **carica** riportando a **livello logico 1** il piedino d'ingresso **5** di **IC1/C** e poiché questo è un **inverter**, sul piedino d'uscita **6** ritroviamo un **livello logico 0** che fa **spegnere** il diodo led **DL2**.

Quando **DL2** si **spegne** viene **cortocircuitato** a **massa** il condensatore elettrolitico **C5** collegato sul piedino d'ingresso **9** del quarto inverter **IC1/D**. Su questo piedino ritroviamo così un **livello logico 0** che porta il piedino d'uscita **8** a **livello logico 1** e questa condizione fa **accendere** il diodo **DL3**.

Dopo circa **1 secondo** il condensatore elettrolitico **C5** si **carica** riportando così a **livello logico 1** il piedino d'ingresso **9** di **IC1/D** e poiché questo è un **inverter**, sul piedino d'uscita **8** ritroviamo un **livello logico 0** che fa **spegnere** il diodo led **DL3**.

Il ciclo sopra descritto si ripete anche per i due inverter **IC1/E - IC1/F** facendo **accendere** uno di seguito all'altro i diodi led **DL4 - DL5**.

Quando l'ultimo diodo led **DL5** si **spegne**, a far nuovamente ripartire l'inverter **IC1/B**, in modo che si riaccenda il diodo led **DL1**, provvede il condensatore elettrolitico **C6**, il cui terminale positivo è collegato sull'ingresso di **IC1/B**, mentre il terminale negativo è collegato sull'uscita di **IC1/F**.

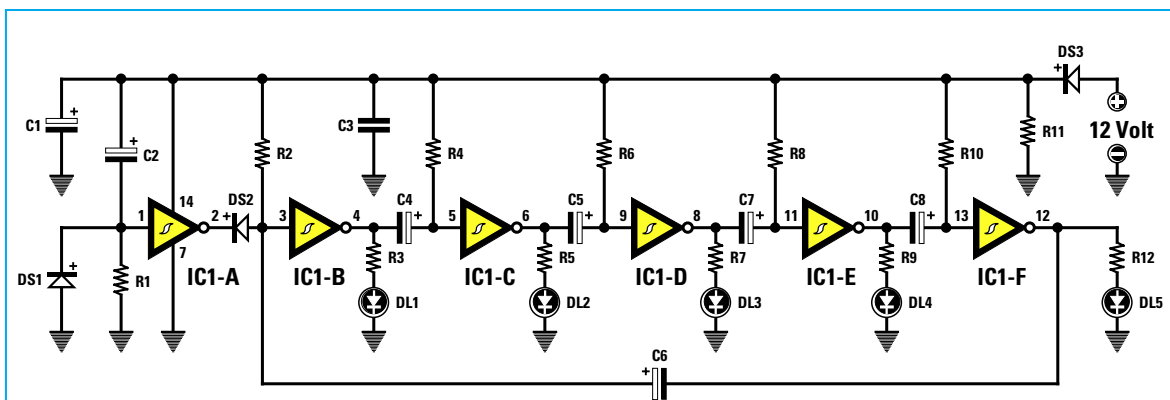



Fig.606 Schema elettrico del lampeggiatore sequenziale composto da 5 diodi led. Questo circuito va alimentato con una tensione di 12 volt che potete prelevare dall'alimentatore stabilizzato LX.5004 presentato con la 7° Lezione.

R1 = 330.000 ohm
R2 = 330.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 330.000 ohm
R5 = 1.000 ohm
R6 = 330.000 ohm
R7 = 1.000 ohm
R8 = 330.000 ohm
R9 = 1.000 ohm
R10 = 330.000 ohm
R11 = 10.000 ohm
R12 = 1.000 ohm
C1 = 10 mF elettrolitico
C2 = 10 mF elettrolitico
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 4,7 mF elettrolitico
C5 = 4,7 mF elettrolitico
C6 = 4,7 mF elettrolitico
C7 = 4,7 mF elettrolitico
C8 = 4,7 mF elettrolitico
DS1-DS2 = diodi tipo 1N.4150
DS3 = diodo tipo 1N.4007
DL1-DL5 = diodi led
IC1 = C/Mos 40106

Infatti quando il diodo led **DL5** si **spegne** viene **cortocircuitato** a **massa** il condensatore elettrolitico **C6** collegato sul piedino d'ingresso **3** di **IC1/B** e così su questo piedino ritroviamo un **livello logico 0** che porta il piedino d'uscita **4** a **livello logico 1**. Questa condizione provvede a far **accendere** il diodo led **DL1** e a ciclo continuo, uno di seguito all'altro, anche i diodi **DL2 - DL3 - DL4 - DL5**.

Il diodo **DS1**, collegato in parallelo alla resistenza **R1**, serve per **scaricare** velocemente il condensatore elettrolitico **C2** posto sull'ingresso di **IC1/A**, mentre il diodo **DS3**, posto in serie al filo di alimentazione positivo dei **12 volt**, serve per impedire che si bruci l'integrato **40106** nell'eventualità in cui si collegasse per errore il **negativo** di alimentazione sul morsetto **positivo** dei **12 volt**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel kit **LX.5023** trovate tutti i componenti necessari per realizzare questo semplice lampeggiatore.
Il primo componente che vi consigliamo di montare sul circuito stampato è lo zoccolo per l'integrato **IC1** (vedi fig.604).
Dopo questo componente potete inserire tutte le **resistenze**, il **condensatore** poliestere **C3** ed infine tutti gli **elettrolitici** per i quali dovete rispettare la polarità positiva e negativa dei due terminali.
Normalmente sul corpo del condensatore elettrolitico è segnalato con un **–** il lato del terminale **negativo**, che, come potete constatare, risulta **più corto** dell'opposto terminale **positivo**.

Quando montate sullo stampato i diodi con corpo in vetro siglati **DS1 - DS2** dovete rivolgere il lato del corpo contornato da una **fascia nera** verso l'alto, come appare visibile in fig.604. Lo stesso dicasi per il montaggio del diodo con corpo plastico siglato **DS3**, che, a differenza dei primi, ha una fascia di colore **bianco**.

Per ultimi inserite i **diodi led** e poiché occorre rispettare la polarità dei due terminali, fate attenzione che il **più corto**, indicato con la lettera **K**, sia rivolto verso il **basso** e quello **più lungo**, indicato con la lettera **A**, verso le resistenze.

Per completare il montaggio montate la **morsettiera** per entrare con i 12 volt di alimentazione ed inserite l'integrato nel suo zoccolo rivolgendo il lato del corpo provvisto della piccola **tacca** di riferimento a forma di **U** verso l'alto.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per la realizzazione del circuito siglato **LX.5023** (vedi fig.604) compreso il circuito stampato .... L. 9.500

Costo del solo stampato **LX.5023** .... L. 2.800

INTERRUTTORE CREPUSCOLARE LX.5024

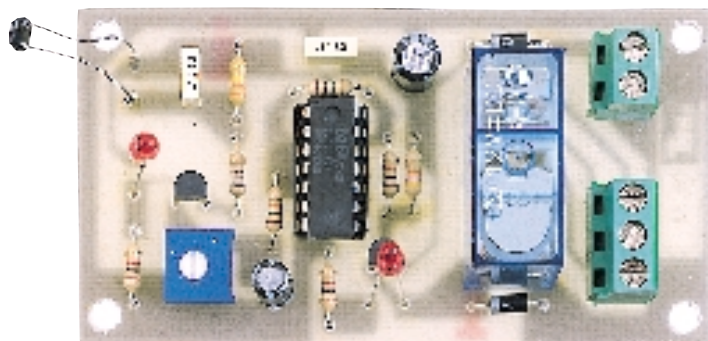



Fig.607 Come si presenta l'interruttore crepuscolare LX.5024 a montaggio completato. Si noti a sinistra la fotoresistenza

Probabilmente avrete notato che in molti condomini le luci collocate sul piazzale d'ingresso automaticamente si accendono appena scende la **sera** ed automaticamente si **spengono** all'**alba**.
Il circuito che ora vogliamo proporvi esegue questa **automatica** funzione di accensione e spegnimento delle lampade tramite una **fotoresistenza**.

Osservando lo schema elettrico di fig.608 potete notare che per realizzare questo circuito occorro-

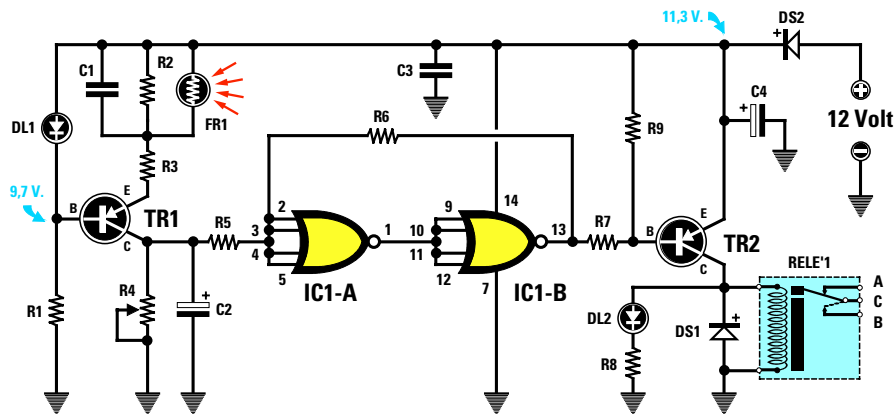



Fig.608 Schema elettrico dell'interruttore crepuscolare LX.5024. Per regolare la sensibilità di questo interruttore alla luce occorre ruotare il cursore del trimmer R4.

R1 = 1.000 ohm	**R8 = 1.000 ohm**	**DS2 = diodo tipo 1N.4007**
R2 = 330.000 ohm	**R9 = 47.000 ohm**	**DL1-DL2 = diodi led**
R3 = 680 ohm	**C1 = 100.000 pF poliestere**	**TR1 = PNP tipo BC.328**
R4 = 50.000 ohm trimmer	**C2 = 2,2 mF elettrolitico**	**TR2 = PNP tipo BC.328**
R5 = 15.000 ohm	**C3 = 100.000 pF poliestere**	**FR1 = fotoresistenza**
R6 = 1 Megaohm	**C4 = 100 mF elettrolitico**	**RELE'1 = relè 12 V 1 sc.**
R7 = 10.000 ohm	**DS1 = diodo tipo 1N.4007**	**IC1 = C/Mos 4002**

no due transistor tipo **PNP** (guardate la freccia del terminale **E** rivolta verso la **B**ase), una porta logica tipo **4002** contenente al suo interno i due **Nor** siglati **IC1/A - IC1/B**, un **relè** che funge da **interruttore** ed una **fotoresistenza** siglata **FR1** come elemento sensibile alla luce.

Iniziamo la descrizione dello schema elettrico dal transistor **TR1** facendovi notare che il terminale **E**mettitore risulta rivolto verso l'alto, cioè sul **positivo** di alimentazione ed il **C**ollettore in basso, cioè a **massa** perché è un **PNP**.

Per far sì che sul **C**ollettore risulti presente una tensione **maggiore** di **4,5 volt** (**livello logico 1**) quando la fotoresistenza **FR1** viene colpita da una **luce** ed una tensione **inferiore** a **4 volt** (**livello logico 0**) quando la fotoresistenza è al **buio**, occorre polarizzare la **B**ase del transistor **TR1** con una tensione positiva di circa **9,7 volt** che otteniamo tramite un partitore composto dal diodo led **DL1** e dalla resistenza **R1**.

In sostituzione del diodo **DL1** potevamo utilizzare una **resistenza**, ma abbiamo preferito il diodo led perché **accendendosi** introduce una caduta di tensione di circa **1,6 volt** abbassando automaticamente la tensione di alimentazione da **11,3 volt** sul valore richiesto; infatti: **11,3 – 1,6 = 9,7 volt**.

Avrete sicuramente notato che sui morsetti di alimentazione risulta applicata una tensione di **12 volt** e non **11,3 volt**, ma è anche vero che in serie al positivo di questa tensione abbiamo inserito il diodo **DS2** per proteggere il circuito da una **inversione** di polarità e questo diodo fa scendere la tensione di circa **0,7 volt**. I nostri **12 volt** diventano perciò in pratica solo **11,3 volt**.

La fotoresistenza **FR1**, come visibile nello schema elettrico, risulta collegata sull'**E**mettitore di **TR1** in **parallelo** alla resistenza **R2** da **330.000 ohm**.

Quando la fotoresistenza è al **buio**, assume un valore ohmico di circa **2 - 3 Megaohm** e con un valore così elevato posto in parallelo alla **R2** da **300.000 ohm** è come se la fotoresistenza **non** risultasse presente. In queste condizioni sul **C**ollettore del transistor ritroviamo una tensione **maggiore** di **4,5 volt** (**livello logico 1**).

Appena la fotoresistenza viene colpita da una **luce**, ai suoi capi ritroviamo un valore ohmico di circa **100 ohm**, quindi sull'**E**mettitore del transistor

non abbiamo più il valore di **330.000 ohm** della resistenza **R2**, ma i **100 ohm** della fotoresistenza.

Il transistor **TR1** inizia perciò a condurre ed in queste condizioni sul **C**ollettore ritroviamo una tensione **minore** di **4 volt** che equivale ad un **livello logico 0**.

Il **livello logico** presente sul **C**ollettore di **TR1** giunge, tramite la resistenza **R5**, sull'ingresso del **Nor IC1/A** utilizzato come **inverter**.
Sull'uscita di **IC1/A** è collegato l'ingresso del secondo **Nor IC1/B**, utilizzato sempre come inverter, quindi questo livello logico giunge anche su **IC1/B**.
Il **livello logico** presente sull'uscita del **Nor IC1/B** ci serve per polarizzare la **B**ase del transistor **TR2** e di conseguenza il **relè**.

Quando sulla **B**ase di **TR1** è presente un **livello logico 1** il relè risulta **diseccitato**.

Quando sulla **B**ase di **TR1** è presente un **livello logico 0** il relè risulta **eccitato**.

Detto questo proviamo a seguire i **livelli logici** partendo dal **C**ollettore del transistor **TR1** fino alla **B**ase del transistori **TR2**.

Fotoresistenza illuminata

Collettore **TR1** = **livello logico 1**
Uscita **IC1/A** = **livello logico 0**
Uscita **IC1/B** = **livello logico 1**

Poiché un **livello logico 1** (tensione positiva) non può polarizzare la **B**ase del transistor **TR2**, che è un **PNP**, questo non si porta in conduzione, quindi il relè rimane **diseccitato** ed il diodo led **DL2** non può accendersi.

Fotoresistenza al buio

Collettore **TR1** = **livello logico 0**
Uscita **IC1/A** = **livello logico 1**
Uscita **IC1/B** = **livello logico 0**

Il **livello logico 0** cortocircuita a **massa** la resistenza **R7** collegata sulla **B**ase del transistor **TR2**, che inizia a condurre **eccitando** il relè e accendendo il diodo led **DL2**.

In questo circuito sono stati inseriti dei piccoli accorgimenti per rendere più efficiente e stabile l'intero funzionamento.

– Il trimmer **R4**, collegato sul **C**ollettore di **TR1**, serve per regolare il valore di **luce** o di **buio** sul quale vogliamo far diseccitare o eccitare il relè.

– Il condensatore elettrolitico **C2**, posto sul **C**ollettore di **TR1**, impedisce che improvvisi lampi di luce in presenza di temporali nelle ore notturne possano far diseccitare il relè.
Un lampo veloce **non** riesce a caricare il condensatore **C2**, pertanto l'uscita del **C**ollettore **TR1** rimane a **livello logico 0**.

– La resistenza **R6**, collegata tra il piedino d'uscita di **IC1/B** e l'ingresso di **IC1/A**, evita che il relè possa **vibrare** quando sul **C**ollettore del transistor **TR1** è presente una tensione in bilico tra il **livello logico 1 - 0** o viceversa.

Infatti se il piedino d'uscita di **IC1/B** riesce a portarsi a **livello logico 1**, la resistenza **R6** porta la tensione **positiva** presente sulla sua uscita direttamente sull'ingresso di **IC1/A**, quindi anche se la tensione sul **C**ollettore di **TR1** scende leggermente non riuscirà a far variare il livello logico sul piedino d'uscita di **IC1/B**.
Quando il piedino d'uscita di **IC1/B** riesce a portarsi a **livello logico 0**, la resistenza **R6** cortocircuita a **massa** l'ingresso di **IC1/A**, quindi anche se la tensione sul **C**ollettore di **TR1** aumenta leggermente non riesce a far variare il livello logico sul piedino d'uscita di **IC1/B**.

Per verificare che quanto descritto corrisponda a verità non rimane che montare il circuito.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo progetto procuratevi il kit siglato **LX.5024** e sul circuito stampato montate tutti i componenti disponendoli come visibile in fig.609.

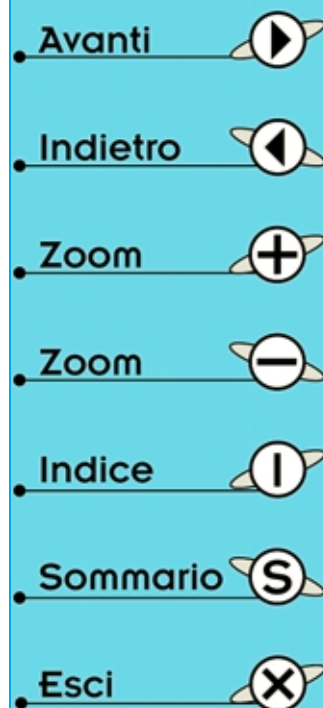
Come primo componente montate lo zoccolo per l'integrato **IC1**, poi tutte le **resistenze**, il trimmer **R4**, i **condensatori** poliestere **C1 - C3** ed infine gli **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei terminali.

Vicino al relè inserite i due diodi **DS1 - DS2** rivolgendo il lato del corpo contornato da una **fascia bianca** verso sinistra (vedi fig.609).

Proseguendo nel montaggio inserite sulla destra le due morsettiere, poi i due transistor **TR1 - TR2** rivolgendo la parte **piatta** del corpo verso il **basso**.

Per ultimo stagnate il **relè**.

Completata questa operazione innestate nel suo zoccolo l'integrato **IC1** rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** verso l'alto.

Per finire montate i due diodi led **DL1 - DL2** collegando il terminale **più lungo** nel foro del circuito stampato indicato con la lettera **A**.

I due terminali della fotoresistenza **FR1** vanno collegati con uno spezzone di filo sui due terminali posti vicino al condensatore poliestere **C1** senza bisogno di rispettare la polarità.

PER TESTARE il CIRCUITO

Per testare questo circuito vi consigliamo di applicare sopra la **fotoresistenza** una minuscola scatola in modo da **oscurarla**.
A questo punto potete ruotare il cursore del trimmer **R4** fino a far **accendere** il diodo **DL2**.
Ottenuta questa condizione, quando, alzando la scatola, illuminerete la fotoresistenza vedrete il led **DL2 spegnersi** e ricoprendo la fotoresistenza con la scatola per fare **buio** lo vedrete **riaccendersi**.

Se volete che il relè si **ecciti** con una **semioscurità** potrete sollevare leggermente la scatola in modo da far passare al suo interno un po' di luce, poi ruotare il cursore di **R4** fino a far **accendere** nuovamente il diodo led **DL2**.
Abbiamo utilizzato il relè come interruttore per poter **accendere** delle lampadine da **220 volt** di notte e spegnarle di giorno.

NOTA IMPORTANTE: prima di collegare alla morsettiera del relè una tensione di **220 volt** dovete racchiudere il **circuito** dentro una scatola di **plastica** in modo da **isolarlo**, perché sulle piste in rame scorre la tensione di rete dei **220 volt** ed è alquanto **pericoloso** toccarle con le **mani**.

In sostituzione della tensione di rete potete usare una normale **pila** da **4,5 volt** ed una lampadina a bassa tensione.
Se collegate i due fili nei morsetti **A - C** la lampadina rimane **accesa** di giorno e si **spegne** non appena fa buio.
Se collegate i due fili nel morsetti **C - B** la lampadina rimane **spenta** di giorno e si **accende** non appena fa buio.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per la realizzazione del circuito siglato **LX.5024** (vedi fig.609) compreso il circuito stampato L.18.000

Costo del solo stampato **LX.5024** .... L. 3.800

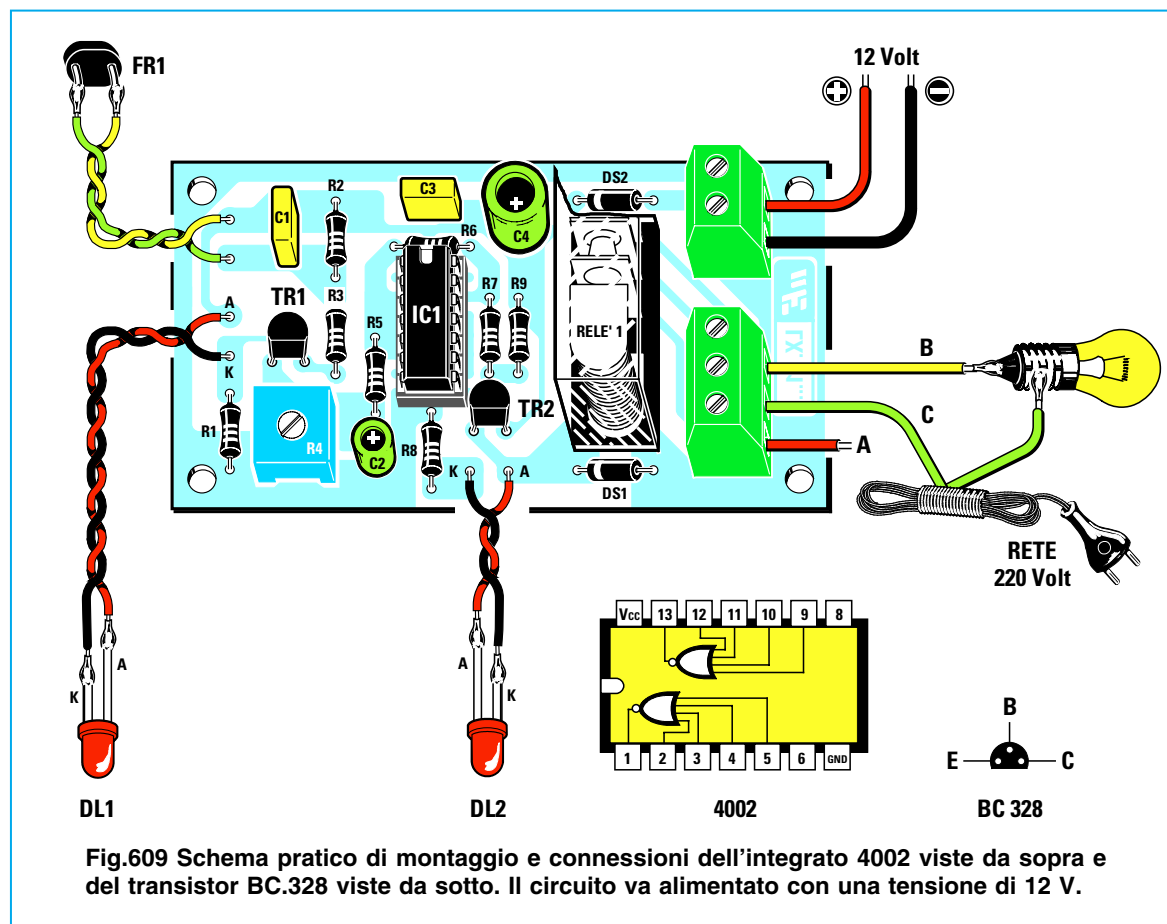
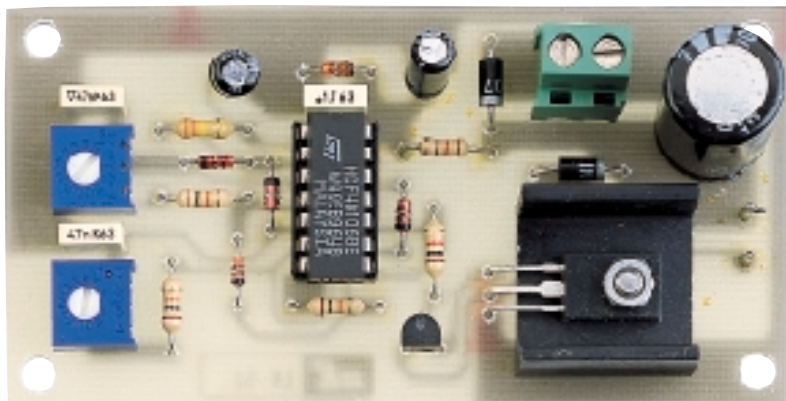



Fig.609 Schema pratico di montaggio e connessioni dell'integrato 4002 viste da sopra e del transistor BC.328 viste da sotto. Il circuito va alimentato con una tensione di 12 V.

SIRENA BITONALE DIGITALE LX.5025

Con un integrato digitale tipo **40106** contenente **6 inverter** e due **transistor NPN** possiamo realizzare una piccola, ma interessante **sirena bitonale**.

Guardando lo schema elettrico riportato in fig.610 non è facile riuscire a capire come funziona, ma noi ve lo spiegheremo nel modo più semplice possibile ed alla fine tutto risulterà comprensibilissimo.

Iniziamo subito ricordandovi che non appena alimentiamo una porta **inverter** sul suo piedino d'ingresso è presente un **livello logico 0** e di conseguenza sul suo piedino d'uscita abbiamo un **livello logico 1**.

Detto questo, possiamo iniziare la descrizione dalla porta **IC1/A** sul cui piedino d'ingresso è collegato il condensatore **C1** da **4,7 microfarad**.

Poiché sul piedino d'uscita **2** abbiamo un **livello logico 1**, questa tensione **positiva** passando attraverso la resistenza **R1** va a caricare il condensatore elettrolitico **C1**.

Quando il condensatore si è **caricato** sul piedino d'ingresso ritroviamo un **livello logico 1** e di conseguenza sul suo piedino d'uscita ritroviamo un **livello logico 0**, che equivale a piedino **cortocircuitato** a **massa**.
Con l'uscita **cortocircuitata** a **massa** il condensatore **C1** inizia a **scaricarsi**, sempre attraverso la resistenza **R1**.

Quando il condensatore si è **scaricato**, sul piedino d'ingresso ritroviamo nuovamente un **livello logico 0** ed automaticamente sul suo piedino d'uscita un **livello logico 1** ed in questa condizione il condensatore **C1** ritorna a **caricarsi.**

Il ciclo di **carica** e **scarica** del condensatore **C1** si ripete all'infinito e quindi dal piedino d'uscita **2** di **IC1/A** fuoriesce un segnale ad **onda quadra** che i due diodi **DS1 - DS2** applicano sugli ingressi dei due inverter **IC1/B** e **IC1/C**.

Anche questi due **inverter** hanno sui loro ingressi un condensatore (vedi **C2 - C3**) collegato alla loro uscita tramite una resistenza ed un trimmer (vedi **R2 - R3** ed **R4 - R5**).

Poiché la **capacità** di questi due condensatori è di soli **47.000 picofarad**, si caricheranno e scaricheranno molto più **velocemente** del condensatore **C1** da **4,7 microfarad** collegato ad **IC1/A.**

Per questo motivo la **frequenza** delle **onde quadre** genera una **nota acustica** udibile che possiamo variare di **tonalità** ruotando i trimmer **R2 - R4**.

Per ottenere una **nota bitonale** è necessario ruotare i due trimmer in modo da ottenere due diverse **note**, inoltre dobbiamo fare in modo che quando si ascolta la **nota** di **IC1/B** non si ascolti la nota di **IC1/C** e viceversa.

A questa commutazione **automatica** provvedono, come ora vi spiegheremo, le **onde quadre** che fuoriescono dal piedino **2** di **IC1/A**.

Quando sul piedino **2** di **IC1/A** è presente una tensione **positiva** (**livello logico 1**), il diodo **DS1** cortocircuita il condensatore **C2** collegato a **IC1/B** verso il positivo di alimentazione ed in queste condizioni lo stadio oscillatore non può emettere alcuna **nota acustica**.

La **nota acustica** viene invece emessa dallo stadio oscillatore **IC1/C**, perché il diodo **DS2**, collegato in senso inverso a **DS1**, non cortocircuita verso il positivo di alimentazione il condensatore **C3** collegato ad **IC1/C.**

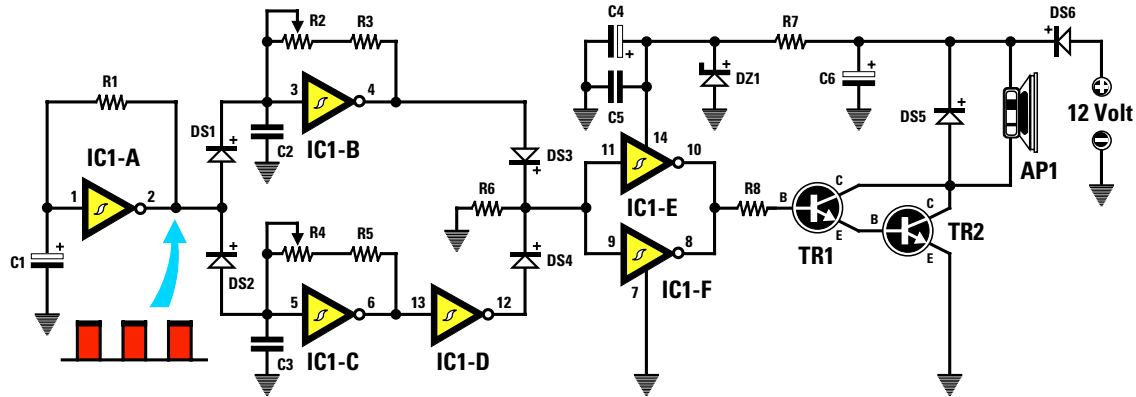



Fig.610 Schema elettrico della sirena. Questo circuito non eroga una elevata potenza.

R1 = 330.000 ohm	C1 = 4,7 mF elettrolitico	DS3 = diodo tipo 1N.4150
R2 = 100.000 ohm trimmer	C2 = 47.000 pF poliestere	DS4 = diodo tipo 1N.4150
R3 = 10.000 ohm	C3 = 47.000 pF poliestere	DS5-DS6 = diodi tipo 1N.4007
R4 = 100.000 ohm trimmer	C4 = 47 mF elettrolitico	DZ1 = zener tipo 8,2 V 1/2 watt
R5 = 10.000 ohm	C5 = 100.000 pF poliestere	TR1 = NPN tipo BC.547
R6 = 10.000 ohm	C6 = 1.000 mF elettrolitico	TR2 = NPN tipo BD.377
R7 = 120 ohm	DS1 = diodo tipo 1N.4150	AP1 = altoparlante 8 ohm
R8 = 1.000 ohm	DS2 = diodo tipo 1N.4150	IC1 = C/Mos 40106

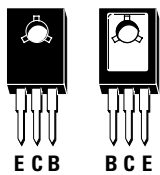



Fig.611 Connessioni dei transistor BD.377-BC.547 e dell'integrato 40106.

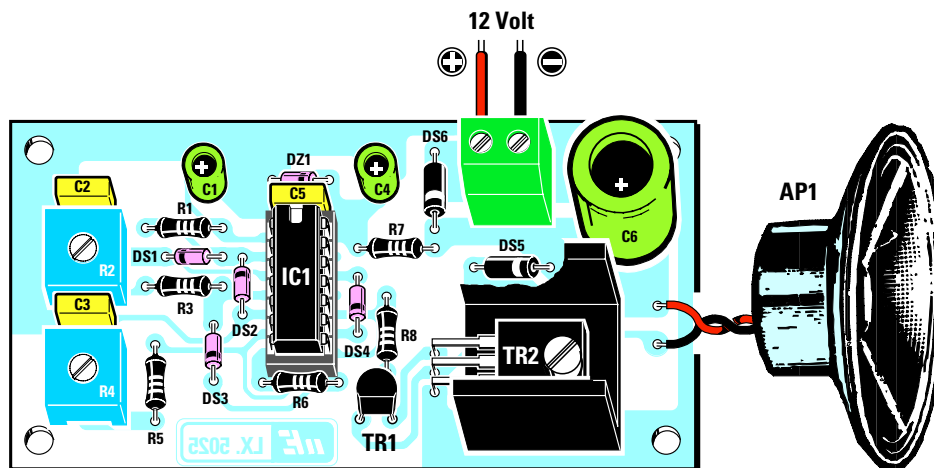



Fig.612 Schema pratico di montaggio. I trimmer R2 - R4 servono per regolare la NOTA.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Quando sul piedino **2** di **IC1/A** è presente un **livello logico 0**, il diodo **DS1** toglie il cortocircuito sul condensatore **C2**, quindi lo stadio oscillatore **IC1/B** può emettere la sua **nota acustica**.

Poiché un **livello logico 0** equivale a piedino **2** collegato a **massa**, il secondo diodo **DS2** automaticamente **cortocircuita** verso **massa** il condensatore **C3** di **IC1/C** ed in queste condizioni lo stadio oscillatore non emette alcuna **nota acustica**.

Concludendo, quando l'inverter **IC1/B** emette la **nota** acustica il secondo inverter **IC1/C** rimane **bloccato**; quando l'inverter **IC1/C** emette la **nota** acustica si **blocca** l'inverter **IC1/B**.

Quando sull'uscita di **IC1/B** è presente un **livello logico 1** la tensione **positiva** passando attraverso il diodo **DS3** raggiunge i piedini d'ingresso degli inverter **IC1/E - IC1/F**, collegati in **parallelo** per ottenere in uscita un segnale di maggiore potenza.

Quando sull'uscita di **IC1/C** è presente un **livello logico 0**, il secondo inverter **IC1/D** lo inverte e sulla sua uscita ritroviamo un **livello logico 1**, vale a dire una tensione **positiva**, che, passando attraverso il diodo **DS4**, raggiunge i due piedini d'ingresso degli inverter **IC1/E - IC1/F**.

Sulle uscite dei due inverter finali **IC1/E - IC1/F** ritroviamo una di seguito all'altra l'onda quadra della **nota** emessa da **IC1/B** e quella emessa da **IC1/C** che raggiungono la **B**ase del transistor **TR1** per essere amplificate.

Da questo transistor passano sul secondo transistor **TR2** per essere amplificate in **potenza** tanto da poter pilotare un piccolo altoparlante.

Come potete notare questi due transistor sono degli **NPN**, perché la **freccia** posta sull'**E**mettitore è rivolta verso l'esterno.

Per alimentare la **sirena bitonale** occorre una tensione di **12 volt** che potete prelevare dal kit **LX.5004** presentato nella **7°Lezione**.

Il diodo **DS6** posto in **serie** alla tensione **positiva** dei **12 volt** serve per proteggere il circuito nel caso si invertisse la polarità di alimentazione.

Il diodo **DS5**, posto in parallelo all'altoparlante, serve per proteggere il transistor da eventuali extratensioni.

Il diodo zener **DZ1** posto dopo la resistenza **R7 stabilizza** la tensione sul piedino **14** di **IC1**, cioè dell'integrato **40106**, sul valore di **8,2 volt**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo progetto procuratevi il kit **LX.5025** e sul suo circuito stampato montati tutti i componenti disponendoli come visibile in fig.612.

Come primo componente montate lo zoccolo per l'integrato **IC1**, poi tutte le **resistenze**, i due trimmer **R2 - R4**, i **condensatori** poliestere **C2 - C3 - C5** ed infine gli **elettrolitici C1 - C4 - C6** rispettando la polarità **+/–** dei due terminali.

Proseguendo nel montaggio inserite i due diodi al silicio con corpo **plastico** siglati **DS5 - DS6** rivolgendo il lato contornato da una **fascia bianca** come visibile nello schema pratico di fig.612, poi i quattro diodi con corpo in **vetro DS1 - DS2 - DS3 - DS4** rivolgendo il lato contornato da una **fascia nera** sempre come visibile nello stesso disegno.

Il diodo **zener DZ1**, che ha corpo in vetro, si distingue dagli altri diodi perché sul suo corpo è stampigliata la sigla **8V2**.
La **fascia nera** di questo diodo zener, che andrà posto dietro il condensatore **C5**, va rivolta a destra.

Dopo aver montato la morsettiera per entrare con la tensione dei **12 volt** potete inserire il transistor **TR1** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il **basso**, poi il transistor di potenza **TR2** rivolgendo il suo **lato metallico** verso la piccola aletta di raffreddamento a **U**.

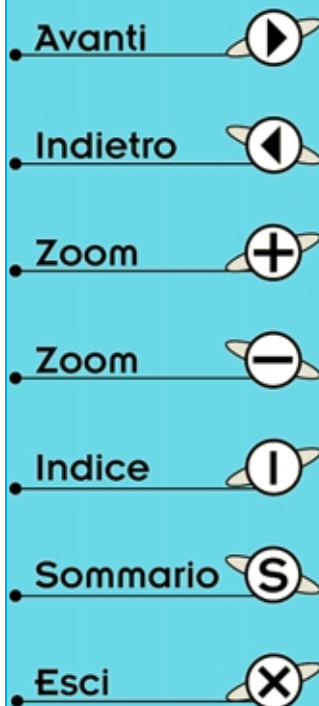
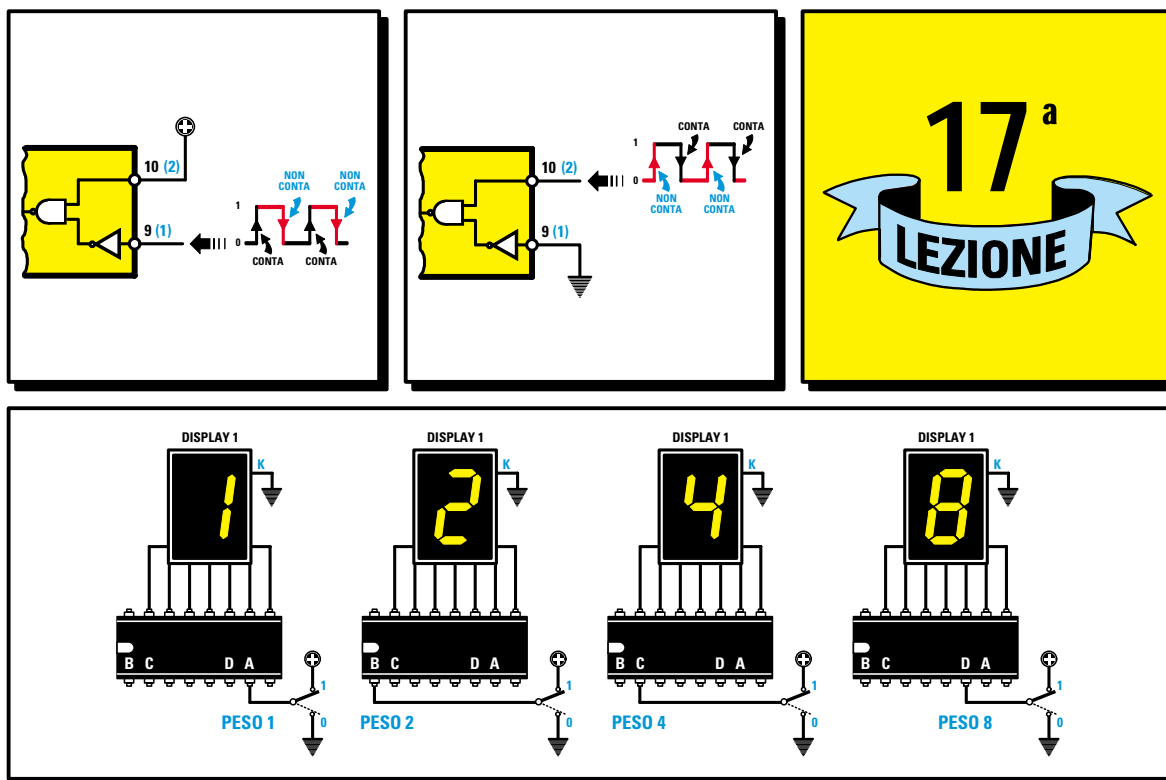
Per completare il circuito inserite l'integrato **IC1** nel suo zoccolo rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** verso **C5**, quindi con due spezzoni di filo collegate il piccolo **altoparlante** al circuito.

A questo punto potete collegare alla morsettiera i **12 volt** di alimentazione rispettando la polarità **+/–** e subito l'altoparlante emetterà la caratteristica **nota bitonale** delle sirene dei vigili del fuoco.

Potete modificare la tonalità delle note ruotando sperimentalmente i cursori dei trimmer **R2 - R4**.

COSTO di REALIZZAZIONE

I componenti necessari per la realizzazione del progetto siglato **LX.5025** (vedi fig.612) compreso il circuito stampato e l'altoparlante L.23.000

Costo del solo stampato **LX.5025** .... L. 4.000

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Ora che conoscete tutte le porte digitali **Nand - And - Nor - Or - Inverter** possiamo presentarvi due integrati digitali chiamati **Decodifiche** e **Contatori**, che sono indispensabili per accendere nei Display i **7** segmenti indicati con le lettere **a-b-c-d-e-f-g**.

Leggendo questa Lezione apprenderete che i quattro piedini d'ingresso delle **Decodifiche**, contraddistinti dalle lettere **A-B-C-D**, hanno **pesi** rispettivamente di **1-2-4-8** che si possono sommare in modo da ottenere dei **pesi** supplementari di **3-5-6-7-9** che serviranno per far apparire su un solo Display i numeri **1-2-3-4-5-6-7-8-9-0**. Se userete **due** Decodifiche potrete pilotare **due** Display, quindi partendo dal numero **0** potrete arrivare fino al numero **99**.

Passando ai **Contatori** scoprirete che questi hanno due piedini d'ingresso, uno che riesce a contare i soli **fronti** di **salita** degli **impulsi**, vale a dire quando questi impulsi ad onda quadra passano dal livello logico **0** a **1** e non viceversa e l'altro che riesce a contare i soli **fronti** di **discesa**, vale a dire quando questi impulsi passano dal livello logico **1** a **0** e non viceversa.

A completamento di questa Lezione presentiamo tre semplici circuiti, che una volta montati vi permetteranno di vedere come sia facile cambiare sui Display i numeri da **0** a **9** tramite un **commutatore Binario** o tramite un integrato **Contatore**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

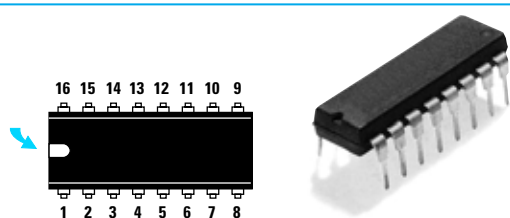



Fig.613 Per individuare i piedini 1-8 e 9-16 sul corpo dell'integrato è sufficiente rivolgere la tacca a U verso sinistra. In questa posizione, il piedino 1 si trova in basso a sinistra è l'8 in basso a destra.

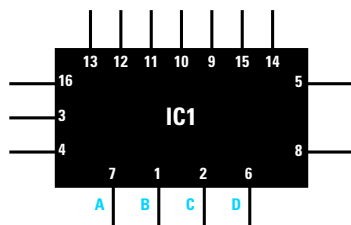



Fig.614 Negli schemi elettrici tutti gli integrati vengono raffigurati con un rettangolo e dei terminali che fuoriescono dai quattro lati. Il numero riportato sui terminali è quello dello zoccolo (vedi fig.613).

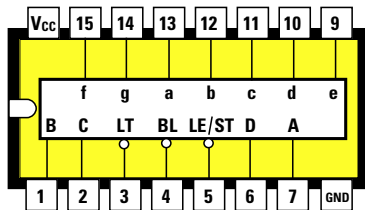



Fig.615 Schema interno di una Decodifica per pilotare i display. I piedini con le lettere minuscole a-b-c-d-e-f-g vanno collegati ai terminali a-b-c-d-e-f-g del display. I piedini A-B-C-D sono quelli d'ingresso.

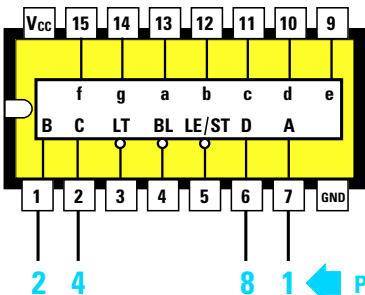



Fig.616 Collegando i piedini A-B-C-D ad una tensione positiva, sui display si accenderà un numero corrispondente al loro Peso. Piedino A peso 1, piedino B peso 2, piedino C peso 4, piedino D peso 8.

Nella **4° Lezione** quando vi abbiamo presentato i **display**, avrete notato che per accendere tutti i numeri da **0** a **9** era necessario spostare manualmente **7** piccoli **interruttori**.

Esiste un integrato chiamato **decodifica** che permette di far apparire tutti i numeri da **0** a **9** utilizzando solo **4 interruttori** anzichè **7**.

Poichè questa **decodifica** è provvista di **16 piedini** disposti **8** per lato (vedi fig.613), per individuare il piedino **1** della **prima** fila e il piedino **9** della **seconda** fila, bisogna guardare l'integrato dall'**alto** rivolgendo la sua **tacca** di riferimento a forma di **U** verso **sinistra**.

In questa posizione il **piedino 1** si trova nella fila in basso a **sinistra** ed il **piedino 9** nella fila in alto a **destra**.

Negli **schemi elettrici** questa **decodifica** viene raffigurata, come un qualsiasi altro integrato, con un **rettangolo** (vedi fig.614) dai quattro **lati** del quale fuoriescono dei **terminali** che **non** rispettano in alcun modo la disposizione dei piedini sul relativo zoccolo.

Su ciascun filo che fuoriesce da questo **rettangolo** è sempre riportato un **numero** che indica a quale **piedino** nel corpo dell'integrato esso è collegato.

Questo sistema di rappresentazione degli integrati negli schemi elettrici si usa solamente per evitare di ritrovarsi con un groviglio di fili che, incrociandosi, renderebbero il disegno complesso e pressochè **illeggibile**.

Esistono tanti tipi di **decodifiche** per pilotare i display, caratterizzati ciascuno da una **sigla** diversa, perchè ogni Casa Costruttrice costruisce vari modelli anche se in pratica svolgono tutti la medesima funzione.

In commercio esistono **decodifiche TTL** che richiedono una tensione di alimentazione di **5 volt**, **decodifiche C/Mos** che possono essere alimentate con tensioni variabili da **4,5 volt** a **15 volt**, infine decodifiche che pilotano solo **display** ad **Anodo Comune** e altre che pilotano solo display a **Catodo Comune** (abbiamo spiegato la differenza che esiste tra questi due tipi di display nella **4° Lezione**).

I piedini contrassegnati con le lettere minuscole **a-b-c-d-e-f-g** (vedi fig.615) servono per alimentare i segmenti del display.

I piedini contrassegnati con le lettere maiuscole **A-B-C-D** servono per accendere sui display tutti i numeri da **0** a **9** portando questi ingressi a **livello logico 1**.

Oltre a questi piedini, ve ne sono altri contrassegnati con le seguenti sigle:

Vcc = Questo piedino **16** va collegato alla **tensione positiva** di alimentazione.

GND = Questo piedino **8** va collegato a **massa**, vale a dire alla tensione **negativa** di alimentazione.

BL = (**Bl**anking) Questo piedino **4** va sempre collegato al **positivo** di alimentazione, perchè se lo colleghiamo a **massa**, cioè a **livello logico 0**, la decodifica lascia **spenti** tutti i segmenti del display.

LT = (**L**amp **T**est) Anche questo piedino **3** va collegato al **positivo** di alimentazione perchè, se collegato a **massa**, la decodifica provvede ad **accendere** contemporaneamente tutti i suoi **7 segmenti**. Questo piedino serve solo per controllare che non esistano nei display dei segmenti bruciati, ma in pratica non viene mai usato.

LE/ST = (**L**atch **E**nable **St**robe) Questo piedino **5** va sempre collegato a **massa** perchè, se collegato al **positivo**, non vengono codificati i **livelli logici** degli ingressi **A-B-C-D**, quindi sul display **non** potrà mai cambiare alcun numero.

I quattro piedini d'ingresso **7-1-2-6**, contrassegnati con le lettere maiuscole **A-B-C-D**, hanno un **valore** chiamato **peso** (vedi fig.616):

il piedino **7** indicato **A** ha un **peso 1**
il piedino **1** indicato **B** ha un **peso 2**
il piedino **2** indicato **C** ha un **peso 4**
il piedino **6** indicato **D** ha un **peso 8**

Applicando una tensione **positiva**, vale a dire un **livello logico 1**, su questi **4 piedini**, vedremo apparire sul display un **numero** pari al loro **peso**.

Se portiamo a **livello logico 1** il piedino **A** che ha un **peso 1**, sul display apparirà **1**.

Se portiamo a **livello logico 1** il piedino **B** che ha un **peso 2**, sul display apparirà **2**.

Se portiamo a **livello logico 1** il piedino **C** che ha un **peso 4**, sul display apparirà **4**.

Se portiamo a **livello logico 1** il piedino **D** che ha un **peso 8**, sul display apparirà **8**.

Per far apparire i numeri **0-3-5-6-7-9** dovremo combinare questi **4 pesi** come si farebbe con i **pesi** di una **bilancia** (vedi fig.617).

Se sul piatto di quest'ultima poniamo un **peso** di **1 chilo** assieme ad un peso di **2 chili**, la bilancia indicherà un **peso totale** di **3 chili**.

Se sul piatto poniamo un peso di **2 chili** ed un peso di **4 chili**, la bilancia indicherà un **peso totale** di **6 chili**, ecc.

Quindi per ottenere i **numeri** da **0-3-5-6-7-9** con i quattro **pesi** disponibili, cioè **1-2-4-8**, dovremo procedere come segue:

numero 0 = Per far apparire questo numero **non** dovremo utilizzare **nessun peso** e questa condizione si ottiene collegando a **massa** (**livello logico 0**) tutti e **quattro** i piedini della decodifica.

numero 3 = Per far apparire questo numero dovremo applicare un **livello logico 1**, cioè dovremo fornire una tensione **positiva** ai due piedini che hanno un **peso** di **1** e di **2**, infatti sommando **1+2** si ottiene **3**.

numero 5 = Per far apparire questo numero dovremo portare a **livello logico 1** i due piedini con un **peso** di **1** e di **4**, infatti sommando **1+4** si ottiene **5**.

numero 6 = Per far apparire questo numero dovremo portare a **livello logico 1** i due piedini che hanno **peso** di **2** e di **4**, infatti sommando **2+4** si ottiene **6**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

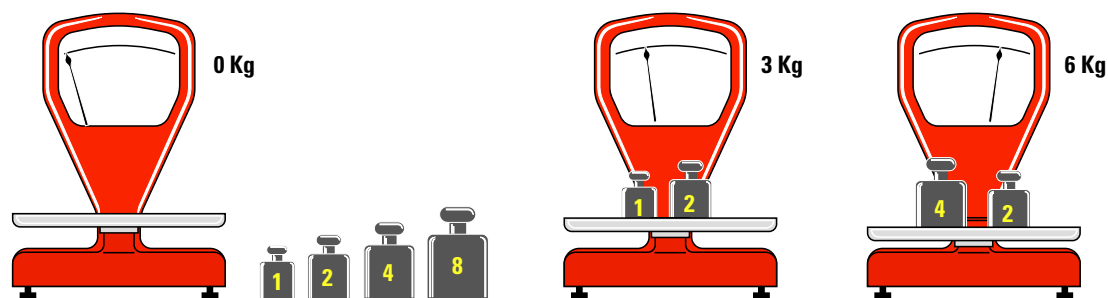



Fig.617 Con questi soli quattro pesi 1-2-4-8 è possibile far apparire sui display tutti i numeri da 0 a 9. Ammesso di avere una bilancia e quattro pesi da 1-2-4-8 Kg, per ottenere 3 Kg sarà sufficiente porre sul piatto un peso da 1 Kg ed uno da 2 Kg. Per ottenere 6 Kg sarà sufficiente collocare sul piatto un peso da 2 Kg ed uno da 4 Kg, mentre per ottenere 9 Kg sarà sufficiente porre sul piatto un peso da 1 Kg ed uno da 8 Kg.

numero 7 = Per far apparire questo numero dovremo portare a **livello logico 1** i tre piedini che hanno un **peso** di **1**, **2** e **4**, infatti sommando **1+2+4** si ottiene **7**.

numero 9 = Per far apparire questo numero dovremo portare a **livello logico 1** i due piedini che hanno un **peso** di **1** e di **8**, infatti sommando **1+8** si ottiene **9**.

Nella **Tabella N.22** abbiamo indicato quali piedini devono essere portati a **livello logico 1**, cioè a quali piedini deve essere applicata una tensione **positiva** per far apparire sui display tutti i numeri da **0** a **9**.

Nota = Il **numero** presente accanto alle lettere **A-B-C-D** è quello del piedino della **decodifica** tipo **CD.4511** utilizzata in questo progetto.

Tabella N.22

numero sul display	piedini da collegare al positivo			
	7-A peso 1	1-B peso 2	2-C peso 4	6-D peso 8
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1

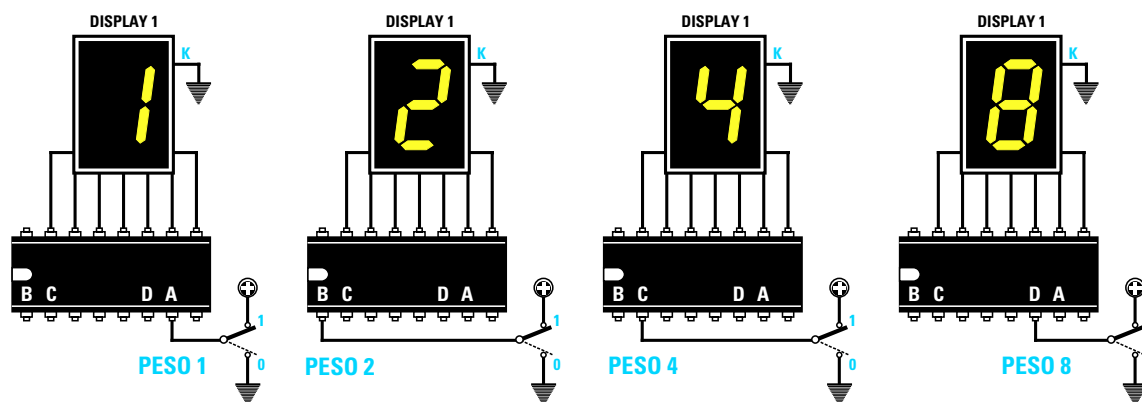



Fig.618 Collegando al positivo di alimentazione il solo piedino A che ha un Peso di 1, sul display apparirà il N.1. Collegando al positivo il piedino B, sul display apparirà il N.2, collegando il piedino C apparirà il N.4 e collegando il piedino D apparirà il N.8.

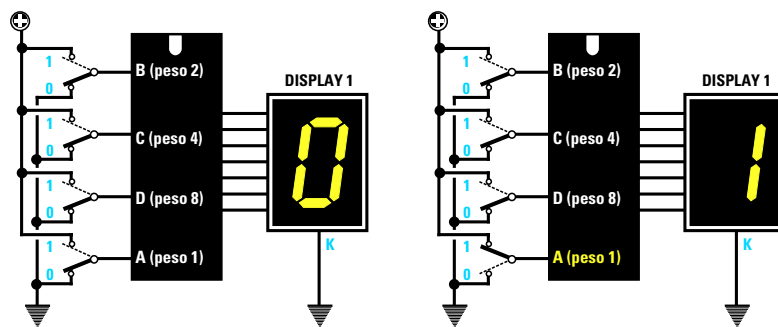



Fig.619 Per far apparire il N.0 tutti i piedini A-B-C-D vanno collegati a massa. Per far apparire il N.1 dovrete collegare al positivo il solo piedino A.

Fig.620 Per far apparire il N.3 dovrete collegare al positivo i due piedini B-A, mentre per far apparire il N.5 dovrete collegare al positivo i piedini C-A.

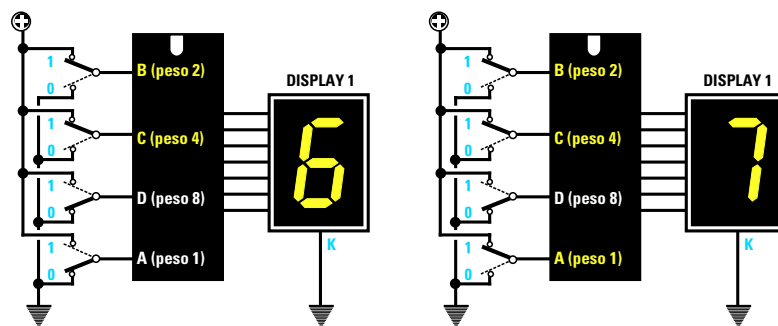
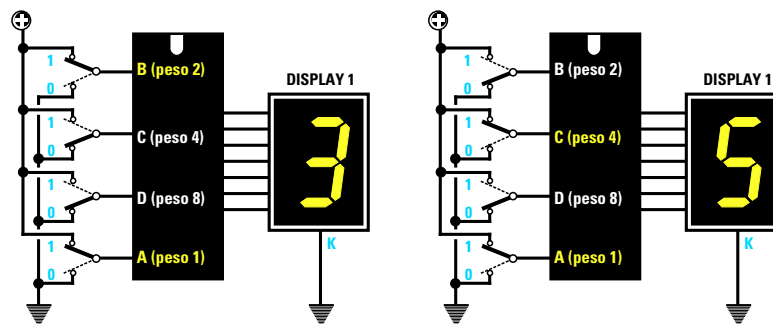
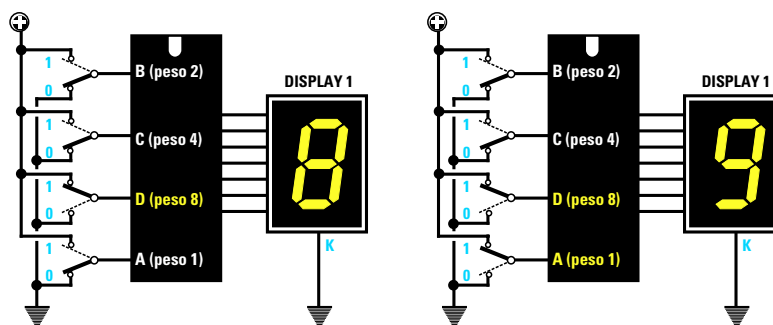
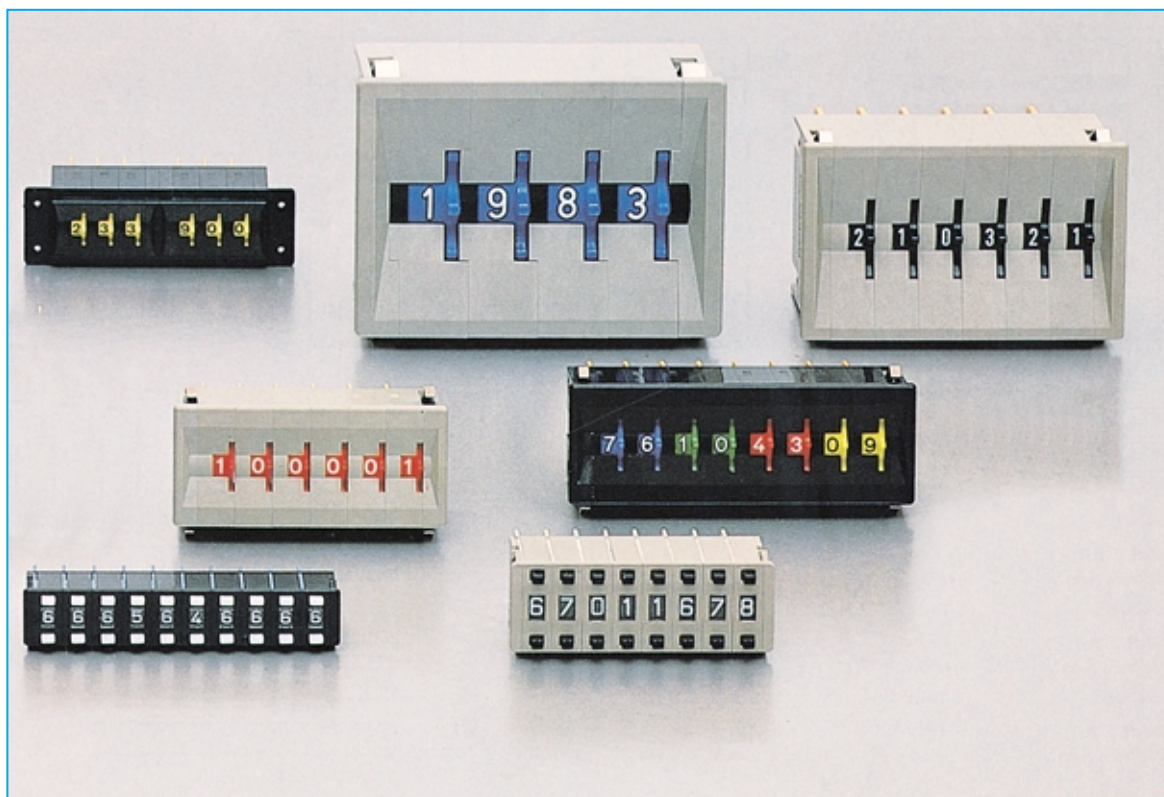



Fig.621 Per far apparire il N.6 dovrete collegare al positivo i due piedini B-C, mentre per far apparire il N.7 dovrete collegare al positivo i piedini B-C-A.

Fig.622 Per far apparire il N.8 dovrete collegare al positivo il solo piedino D, mentre per far apparire il N.9 dovrete collegare al positivo i due piedini D-A.

COMMUTATORI BINARI

Per portare a **livello logico 1** i piedini **A-B-C-D** anzichè utilizzare **4 deviatori** separati si usa un solo e speciale **commutatore** chiamato **binario** (vedi fig.623), che provvede ad inviare la tensione **positiva** sui **4 ingressi A-B-C-D** della decodifica rispettando i **pesi** riportati nella **Tabella N.22**.

Sulla parte anteriore di questi **commutatori** è presente una finestra in cui appare il **numero** che verrà visualizzato sul **display** (vedi fig.624).

Sulla parte posteriore del corpo di questi commutatori sono presenti **5 piste** in rame che possono essere numerate **C 1-2-4-8** oppure **+ A-B-C-D**.

La pista indicata **C** o **+** va collegata alla tensione **positiva** di alimentazione.

Le piste **1-2-4-8** vanno collegate ai quattro piedini della **decodifica** indicati con **A-B-C-D**, infatti il loro numero corrisponde al **peso** di questi piedini.

Per verificare se effettivamente sul display si accendono i **numeri** corrispondenti al **peso** dei piedini esiste un'unica soluzione: montare un circuito che utilizzi una **decodifica**, un **display**, un **commutatore binario** e farlo funzionare.

Fig.623 Anzichè usare quattro interruttori separati per applicare la tensione positiva sui piedini A-B-C-D, si usa uno speciale commutatore Binario provvisto di una finestra. Il numero visualizzato in questa finestra è quello che apparirà sul display.

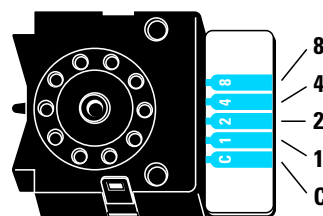



Fig.624 Su questi commutatori sono presenti cinque piste con sopra riportati i Pesi 1-2-4-8. La pista C va collegata al + di alimentazione.

Fig.625 Schema elettrico del kit LX.5026 che utilizza un commutatore Binario.

CONTATORE A 1 CIFRA LX.5026

Come visibile in fig.625, sulla parte superiore dello schema è presente il **display** e poichè questo è un **Catodo comune**, il suo terminale **K** deve essere collegato a **massa**.
I sette terminali dei segmenti **a-b-c-d-e-f-g** sono collegati alle **uscite** della decodifica **CD.4511** tramite **7 resistenze**, che hanno la funzione di limitare la **corrente** di assorbimento sui **15-18 milliamper**.
Senza queste resistenze, il display si brucerebbe dopo pochi secondi di funzionamento.

I **4 piedini** d'ingresso **7-A**, **1-B**, **2-C**, **6-D** che hanno un **peso** rispettivamente di **1-2-4-8**, risultano collegati a **massa** per mezzo di resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R8-R9-R10-R11**), in modo da rimanere a **livello logico 0** fino a quando non verrà applicato ad essi un **livello logico 1** tramite il **commutatore binario S1**.

Ad ogni piedino **A-B-C-D** abbiamo collegato un **diodo led** per vedere quando su questi è presente un **livello logico 1** (led **acceso**) oppure quando è presente un **livello logico 0** (led **spento**).

Come potete notare, la **decodifica** viene rappresentata nello schema elettrico con un **rettangolo** nero (vedi **IC1**) dai quattro lati del quale fuoriescono i fili di collegamento.
In corrispondenza di ciascun filo c'è un **numero** che equivale a quello del suo zoccolo visto da **sopra** (vedi fig.626).

ELENCO COMPONENTI LX.5026
R1 = 680 ohm
R2 = 680 ohm
R3 = 680 ohm
R4 = 680 ohm
R5 = 680 ohm
R6 = 680 ohm
R7 = 680 ohm
R8 = 10.000 ohm
R9 = 10.000 ohm
R10 = 10.000 ohm
R11 = 10.000 ohm
R12 = 1.000 ohm
R13 = 1.000 ohm
R14 = 1.000 ohm
R15 = 1.000 ohm
C1 = 100 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DL1-DL4 = diodi led
DISPLAY1 = catodo comune
IC1 = integrato C/Mos tipo 4511
S1 = commutatore binario

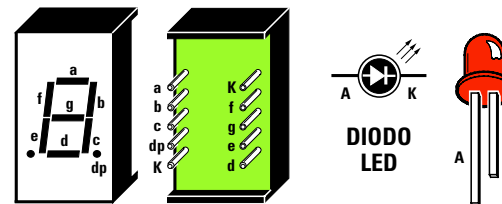
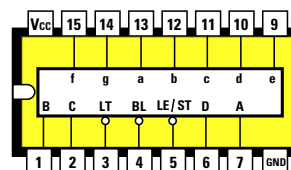



Fig.626 Connessioni del Contatore 4511 viste da sopra e del Display viste da dietro. Il terminale più corto del diodo led è il K.

Il diodo **DS1**, collegato in serie al filo della tensione **positiva** di alimentazione, è una protezione che abbiamo aggiunto per evitare che si possa bruciare l'**integrato** nell'eventualità in cui venga invertita per **errore** la polarità della tensione di alimentazione sulla morsettiera.

REALIZZAZIONE PRATICA del contatore LX.5026 di fig.628

Una volta in possesso del circuito stampato **LX.5026** noterete che questo è un **doppia faccia**, vale a dire che ha delle piste in rame sia **sopra** che **sotto**, piste necessarie per collegare i piedini della **decodifica** a quelli del **display**.

Potete iniziare il montaggio inserendo nel circuito stampato lo **zoccolo** del **display**, quello della decodifica **CD.4511** e il piccolo **connettore femmina** per innestare il **commutatore binario**.

Dopo aver saldato tutti i piedini sulle piste in rame, facendo attenzione a non cortocircuitarne due adiacenti, potete inserire nelle piste del **commutatore** il piccolo **connettore maschio** (vedi fig.627).

Proseguendo nel montaggio inserite tutte le **resistenze**, poi il diodo **DS1** rivolgendo il lato del suo corpo contrassegnato da una **fascia bianca** verso **C1**, poi la **morsettiera** per entrare con la tensione di alimentazione di **12 volt** ed il condensatore elettrolitico **C1**, orientando verso il basso il suo terminale positivo.

Quando inserite nel circuito stampato i **diodi led**, dovete tenere presente che il terminale **più corto** va inserito nel foro presente in basso sul circuito stampato e contrassegnato con la lettera **K** (catodo) e il terminale **più lungo** nel foro opposto. Se questi due terminali vengono invertiti, i diodi led **non** potranno accendersi.

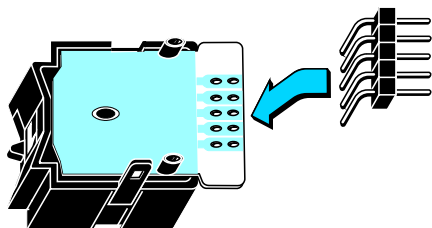



Fig.627 Prima di inserire il commutatore Binario S1 nel circuito stampato LX.5026 dovrete inserire e saldare sulle sue piste in rame il piccolo connettore maschio con i suoi 5 terminali ripiegati ad L.

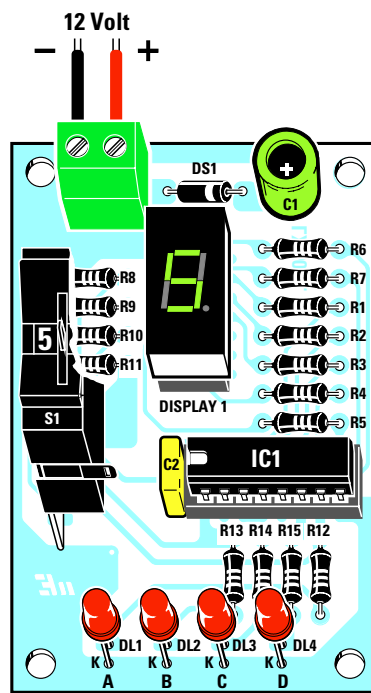



Fig.628 Schema pratico di montaggio del circuito LX.5026. Ruotando il commutatore S1 cambieranno i numeri sul display.

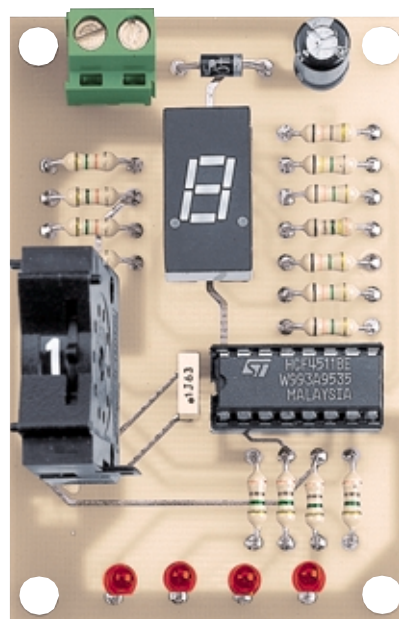



Fig.629 Ecco come si presenterà il circuito dopo aver montato tutti i componenti.

Completato il montaggio, inserite nel relativo zoccolo il **display**, rivolgendo il suo **punto decimale** verso il **basso**, poi l'integrato **CD.4511** orientando la **tacca** di riferimento a forma di **U** presente sul suo corpo verso **sinistra** e, per ultimo, il **commutatore binario** nel connettore femmina.

È sempre opportuno verificare che tutti i piedini dell'**integrato** e del **display** siano entrati nelle sedi dello zoccolo, perchè può facilmente accadere che qualcuno fuoriesca o si ripieghi su se stesso.

Se nell'inserire l'integrato constatate che i suoi piedini risultano così divaricati da non poter entrare nello zoccolo, potete avvicinarli premendo il suo corpo sul piano di un tavolo.

Completato il montaggio e applicata la tensione dei **12 volt** sulla morsettiera, potete ruotare il **commutatore binario** dal numero **0** al **9** e, automaticamente, vedrete apparire sul **display** il numero prescelto.

GLI integrati CONTATORI

Il **commutatore binario** risulta molto comodo per far apparire sui display un **numero** a nostra scelta, ma se volessimo realizzare un **contatore** che provveda automaticamente a far **avanzare** i numeri premendo un **pulsante**, dovremmo necessariamente sostituire il **commutatore binario** con un integrato chiamato **contatore**. Tale integrato provvede ad inviare automaticamente i **livelli logici** sugli ingressi **A-B-C-D** della **decodifica**, sempre rispettando i **pesi** della **Tabella N.22**.

Se utilizziamo l'integrato **contatore binario** tipo **CD.4518** (vedi fig.630), noteremo che al suo interno sono presenti **2 contatori**.
Le uscite **A-B-C-D** del **1° contatore** fanno capo ai piedini **11-12-13-14**, mentre le uscite **A-B-C-D** del **2° contatore** fanno capo ai piedini **3-4-5-6**.

I piedini d'**ingresso** del **1° contatore** sono **9-10** e i piedini d'**ingresso** del **2° contatore** sono **1-2**.

I piedini **7-15** contrassegnati dalla lettera **R** sono quelli di **reset**, che consentono di riportare i numeri del **display** sullo **0-0** quando su essi verrà applicato un impulso **positivo**.
Per **contare**, questi due piedini di **reset** debbono necessariamente risultare cortocircuitati a **massa**, cioè tenuti a **livello logico 0**.

Per ogni impulso che applicheremo su uno dei due piedini d'ingresso, le quattro uscite **A-B-C-D** si porteranno a **livello logico 1** in ordine di **peso**, vale a dire **0-1-2-3-4-5-6-7-8-9**.

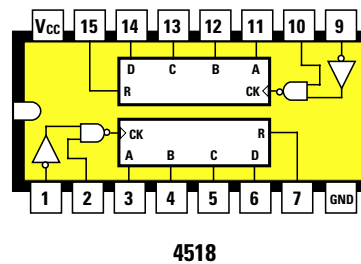



Fig.630 In sostituzione del commutatore Binario di fig.627 potrete usare dei Contatori Binari. All'interno dell'integrato siglato 4518 sono presenti due Contatori.
I piedini d'uscita A-B-C-D hanno un Peso pari a 1-2-4-8.

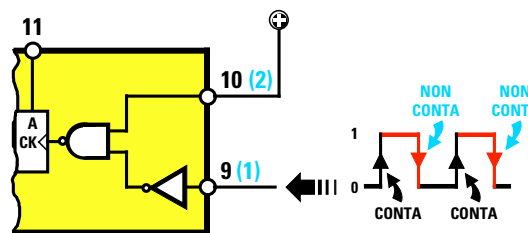



Fig.631 Il contatore 4518 dispone di due piedini d'ingresso 10 e 9 (2-1 per il secondo contatore). Se il segnale viene applicato sul piedino 9, il piedino 10 andrà collegato al +. Il piedino 9 rileva i soli fronti di salita e non quelli di discesa.

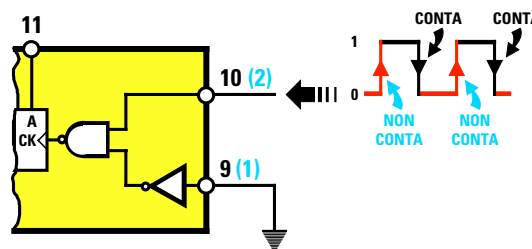



Fig.632 Se applicherete il segnale sul piedino 10, il secondo piedino 9 andrà collegato a massa. Il piedino 10 conta i soli fronti di discesa, vale a dire conteggia gli impulsi solo quando questi passano dal livello logico 1 al livello logico 0.

PERCHÈ 2 piedini D'INGRESSO

Osservando lo schema interno dell'integrato **4518**, vi chiederete perchè in ogni divisore siano presenti **due** piedini d'**ingresso** quando in pratica se ne utilizza **uno** solo.

Per spiegarvelo prendiamo in considerazione uno solo dei due **contatori** e precisamente quello che ha i piedini d'ingresso numerati **9-10**.
Come noterete, il piedino **9** entra in un **inverter** prima di entrare nel piedino del **Nand**, mentre il piedino **10** entra direttamente nell'opposto piedino.

Per entrare con gli **impulsi** nel piedino **9**, dovremo necessariamente collegare al **positivo** il piedino **10** (vedi fig.631).
In questa configurazione l'integrato conteggerà l'**impulso** solo quando passerà dal **livello logico 0** al **livello logico 1** e non viceversa, perchè questo **ingresso** conteggia solo i **fronti** di **salita** e non quelli di discesa.

Per entrare con gli **impulsi** nel piedino **10**, dovremo necessariamente collegare a **massa** il piedino **9** (vedi fig.632).
In questa configurazione l'integrato conteggerà l'**impulso** solo quando questo passerà dal **livello logico 1** al **livello logico 0** e non viceversa, perchè questo **ingresso** conteggia solo i **fronti** di **discesa** e non quelli di salita.

Vi chiederete probabilmente se sia più vantaggioso entrare nel piedino **9** oppure nel piedino **10** e a tal proposito precisiamo che per certe applicazioni è necessario entrare nel **piedino 9** e per altre nel **piedino 10**.

È sottinteso che nel **secondo** contatore presente nel divisore **4518** il piedino **9** corrisponde al piedino **1** e il piedino **10** corrisponde al piedino **2**.

CONTATORE a 2 CIFRE LX.5027

Questo **contatore numerico** a **2 cifre** (vedi fig.633), in grado di far apparire sui due display tutti i numeri da **0** a **99** in modo **manuale** o **automatico**, ci è utile per spiegarvi perchè nel **primo contatore** posto sulla destra entriamo nel piedino **9** che rileva i soli **fronti di salita** (conta gli impulsi solo quando questi passano dal **livello logico 0** al **livello logico 1** e non viceversa), mentre nel **secondo contatore** posto sulla sinistra entriamo nel piedino **2** che rileva i **fronti di discesa** (conta gli impulsi solo quando questi passano dal **livello logico 1** al **livello logico 0** e non viceversa).

Iniziamo quindi la descrizione dal **primo contatore** posto sulla destra dell'integrato **4518** (vedi IC3).

Poichè abbiamo scelto come **ingresso** il piedino **9**, dovremo necessariamente collegare l'opposto piedino **10** al **positivo** di alimentazione.

Così collegato, il **contatore** conterà solo quando l'uscita del **Nand IC4/D** passerà dal **livello logico 0** al **livello logico 1** e non viceversa.
Per ogni impulso che entra nel piedino **9**, i suoi piedini d'uscita **11-12-13-14** si porteranno a **livello logico 1** come indicato nella **Tabella N.23**.

Tabella N.23 1° DIVISORE CD.4518

impulsi sul piedino 9	piedini d'uscita			
	11=3 peso 1	12=4 peso 2	13=5 peso 4	14=6 peso 8
0° impulsi	0	0	0	0
1° impulso	1	0	0	0
2° impulsi	0	1	0	0
3° impulsi	1	1	0	0
4° impulsi	0	0	1	0
5° impulsi	1	0	1	0
6° impulsi	0	1	1	0
7° impulsi	1	1	1	0
8° impulsi	0	0	0	1
9° impulsi	1	0	0	1
10° impulsi	0	0	0	0

Poichè questi piedini d'uscita risultano collegati ai piedini d'ingresso **7-1-2-6** (**A-B-C-D**) della prima **decodifica 4511** siglata **IC2**, sul suo display apparirà un **numero** equivalente ai **pesi** dei piedini che si porteranno a **livello logico 1** (vedi **Tabella N.24**):

Tabella N.24

numero impulsi	Piedini Ingresso CD.4511				
	A=7	B=1	C=2	D=6	display
0 impulsi	0	0	0	0	numero 0
1 impulso	1	0	0	0	numero 1
2 impulsi	0	1	0	0	numero 2
3 impulsi	1	1	0	0	numero 3
4 impulsi	0	0	1	0	numero 4
5 impulsi	1	0	1	0	numero 5
6 impulsi	0	1	1	0	numero 6
7 impulsi	1	1	1	0	numero 7
8 impulsi	0	0	0	1	numero 8
9 impulsi	1	0	0	1	numero 9
10 impulsi	0	0	0	0	numero 0

ELENCO COMPONENTI LX.5027

R1 - R14 = 680 ohm
R15 = 10.000 ohm
R16 = 4.700 ohm 1/4 watt
R17 = 10.000 ohm 1/4 watt
R18 = 10.000 ohm 1/4 watt
R19 = 330.000 ohm 1/4 watt
C1 = 100 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 1 mF elettrolitico
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 1 mF elettrolitico
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DS2 = diodo tipo 1N.4150
DS3 = diodo tipo 1N.4150
DS4 = diodo tipo 1N.4150
DS5 = diodo tipo 1N.4150
DS6 = diodo tipo 1N.4150
DISPLAY 1 = catodo comune
DISPLAY 2 = catodo comune
IC1 = C/Mos tipo 4511
IC2 = C/Mos tipo 4511
IC3 = C/Mos tipo 4518
IC4 = C/Mos tipo 4093
S1 = dip-switch 4 pos.
S2 = deviatore semplice
P1 = pulsante

Fig.633 Schema elettrico di un contatore a 2 cifre che utilizza un Contatore 4518 (vedi IC3). L'interruttore S2 serve per far avanzare i numeri in modo automatico o manuale.

Come noterete, il massimo numero visualizzabile su questo display è il **9**, perchè al **decimo** impulso apparirà nuovamente il numero **0** (vedi Tabella N.24).

Per visualizzare i numeri **10-11-12**, ecc., fino a **99**, bisogna utilizzare il **secondo** display posto a sinistra, che piloteremo tramite la seconda **decodifica 4511** siglata **IC1** e collegata al secondo **contatore** posto all'interno dell'integrato **4518** (vedi **IC3**).

Perchè questo display faccia apparire il numero **1** quando il **primo** display passa dal numero **9** al numero **0**, dovremo collegare il piedino d'**uscita 14** del primo contatore al piedino d'**ingresso 2** del secondo contatore.

Poichè utilizziamo questo **secondo contatore** per contare i soli **fronti di discesa** (entriamo nel piedino **2**), dovremo necessariamente collegare a **massa** il suo opposto piedino **1**.

A questo proposito potreste chiederci perchè utilizziamo questo **secondo contatore** per contare i **fronti di discesa** e non i **fronti di salita** come abbiamo fatto per il **primo contatore**.

Andando a consultare la **Tabella N.23** potete notare che quando sul display appare il numero **8** il **piedino 14** del **primo contatore** si porta dal **livello logico 0** al **livello logico 1**, quindi si determina un **fronte di salita**; pertanto se avessimo utilizzato per

l’ingresso del **secondo** contatore il piedino **1**, questo avrebbe rilevato subito tale **fronte di salita**, sul display di sinistra sarebbe apparso il numero **1** e quindi sui due display si sarebbe visualizzato il numero **18**.

Usando il piedino d’**ingresso 2** che sente i **fronti** di **discesa**, quando il **piedino 14** conteggiato il numero **8** si porta a **livello logico 1**, il **secondo** contatore **non** lo **conta** e nemmeno lo farà quando sul display di destra apparirà il numero **9**.

Al **decimo impulso**, quando il **piedino 14** cambierà la sua condizione logica portandosi dal **livello logico 1** al **livello logico 0**, avremo un **fronte di discesa**, quindi il piedino d’**ingresso 2** del secondo contatore lo rileverà come **impulso** da contare e solo in corrispondenza di questo **decimo** impulso sul display di sinistra apparirà il numero **1**.

Quindi, quando il display di destra passerà dal numero **9** al numero **0**, sui due display leggeremo **10**, poi **11-12-13**, ecc., fino al numero **19**.

Quando al **20°** impulso, il display di destra passa dal numero **9** al numero **0**, nuovamente sul **secondo contatore** giungerà un **fronte di discesa**, quindi sui due display apparirà il numero **20**.

Passando dal **29°** al **30°** impulso, sui display vedremo apparire il numero **30**, poi, procedendo nel conteggio oltre il **39°** impulso vedremo apparire il numero **40**, ecc., fino ad arrivare al numero **99**.

Quando il conteggio avrà raggiunto il numero **99**, al **100° impulso** su entrambi i display apparirà nuovamente il numero **0-0**.

I PIEDINI di RESET 7-15

All’inizio dell’articolo abbiamo precisato che i piedini **7-15** contrassegnati dalla lettera **R**, che significa **reset**, andranno necessariamente cortocircuitati a **massa**, cioè tenuti a **livello logico 0**, mentre guardando lo schema elettrico si scopre che su questi due piedini giunge una **tensione positiva** tramite la resistenza **R15**.

Qui non bisogna lasciarsi trarre in inganno, perchè questi piedini sono tenuti a **livello logico 0** dai diodi **DS2-DS3-DS4-DS5** collegati tramite **S1** ai piedini **3-4-5-6**.

Abbiamo volutamente inserito questi **diodi** per dimostrare come si riesca a **programmare** un **contatore** in modo da farlo arrivare ad un numero **minore** di **99**, ad esempio **20-30-40-50-60-80-90**.

Infatti, quando tra breve vi presenteremo il kit di un **orologio digitale**, dovremo necessariamente fermarci al numero **60** e non arrivare al numero **99** perchè occorrono **60 secondi** per segnare **1 minuto** e **60 minuti** per segnare **1 ora**.

Cortocircuitando il diodo **DS3**, il numero massimo che potremo visualizzare sul piedino **4** sarà il **19**, perchè al **20° impulso** i due contatori si **azzereranno**.
Infatti il piedino **4** d’uscita fino al numero **19** si trova a **livello logico 0**, pertanto la tensione **positiva** che la resistenza **R15** dovrebbe far giungere sui piedini di **reset 7-15** verrà **cortocircuitata** a **massa** dal diodo **DS3** tramite il piedino **4**:

Tabella N.25 2° DIVISORE

Impulsi sul piedino 2	piedini d’uscita			
	3	4	5	6
19° impulso	1	0	0	0
20° impulso	0	1	0	0
30° impulso	1	1	0	0
40° impulso	0	0	1	0
50° impulso	1	0	1	0
60° impulso	0	1	1	0
70° impulso	1	1	1	0
80° impulso	0	0	0	1
90° impulso	1	0	0	1

Quando apparirà i numero **20**, il piedino **4** si porterà a **livello logico 1** (vedi **Tabella N.25**), quindi la tensione **positiva** della resistenza **R15** potrà raggiungere i piedini di **reset 7-15** e in quel preciso istante sui due display appariranno i numeri **0-0**.

Il numero **20** non lo vedremo mai perchè il **reset** cambierà istantaneamente il **2** con lo **0**.

Se ora proviamo a cortocircuitare il diodo **DS3** che ha un valore di **20** assieme al diodo **DS4** che ha un valore di **40**, il contatore conterà fino al numero **60**, più precisamente fino al numero **59**, perchè, quando arriverà al numero **60**, questo istantaneamente diventerà **0-0**.

Voi penserete che non appena il contatore arriverà al numero **20** e il piedino **4** si porterà a **livello logico 1**, la tensione **positiva** presente sulla resistenza **R15** raggiungerà i piedini di **reset 7-15**.
In realtà ciò non avviene, perchè non bisogna dimenticare che il diodo **DS4**, collegato al piedino **5**, manterrà **cortocircuitata** a **massa** questa tensione positiva perchè si trova a **livello logico 0**.

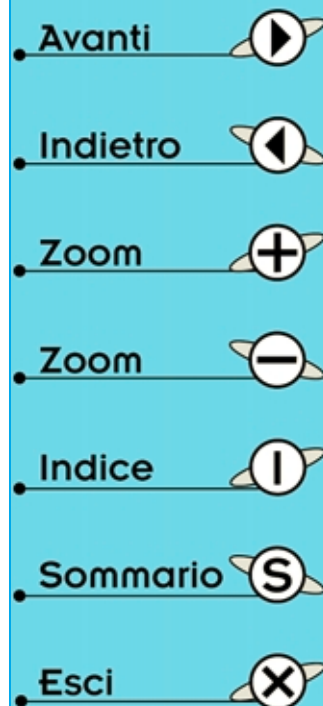



Fig.634 Schema pratico di montaggio del contatore a 2 cifre LX.5027. Spostando le levette del dip-switch S1 che hanno un Peso di 10-20-40-80, è possibile azzerare il conteggio sui numeri 9-19-29-39-49-59-69-79-89-99. Per arrivare al numero massimo 99 dovrete usare i due pesi 20 + 80.

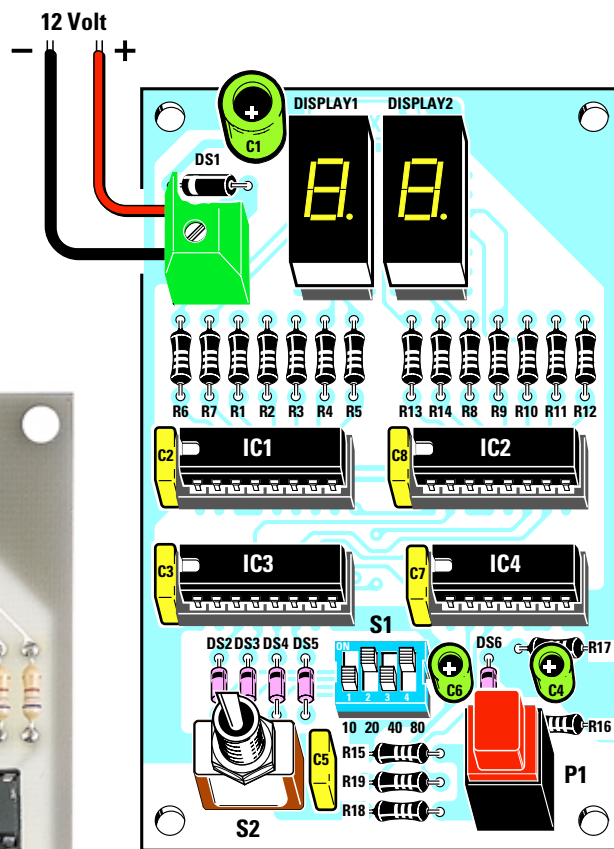
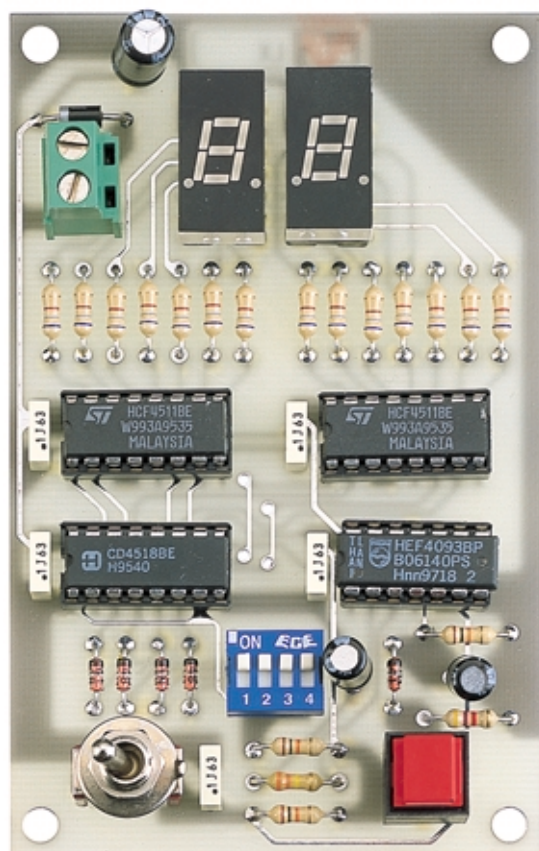



Fig.635 Foto del contatore a 2 cifre così come si presenterà a montaggio ultimato. Se sposterete la leva del deviatore S2 verso destra, dovrete premere il pulsante P1 per far avanzare i numeri. Spostandola a sinistra, i numeri avanzeranno automaticamente.

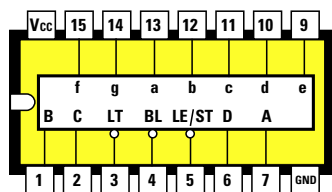
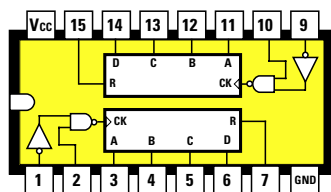
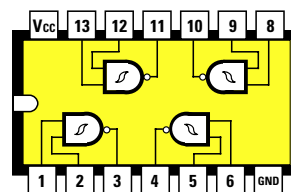



Fig.636 Connessioni degli integrati viste da sopra. Quando inserite questi integrati nei rispettivi zoccoli dovrete controllare la sigla stampigliata sul loro corpo, facendo attenzione a orientare la tacca di riferimento a U verso sinistra (vedi fig.634).

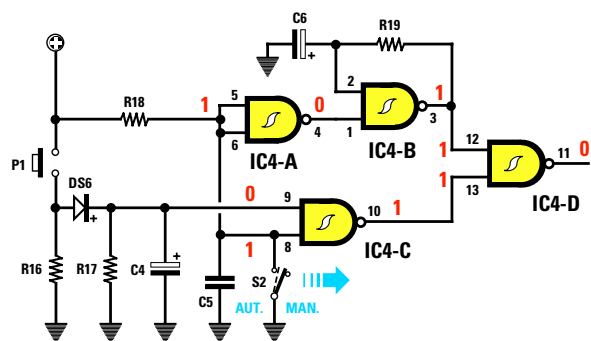



Fig.637 Con il deviatore S2 aperto, sul piedino di uscita dell'ultimo Nand IC4/D sarà presente un livello logico 0. Se controllate la Tavola della Verità dei Nand (vedi fig.647) scoprirete che applicando un livello logico 1-1 sugli ingressi, in uscita si otterrà un livello logico 0.

Fig.638 Premendo il pulsante P1 con S2 aperto, sul piedino d'uscita di IC4/D il livello logico da 0 passerà a 1, quindi si avrà un fronte di salita che potrete applicare sul piedino 9 del contatore 4518.

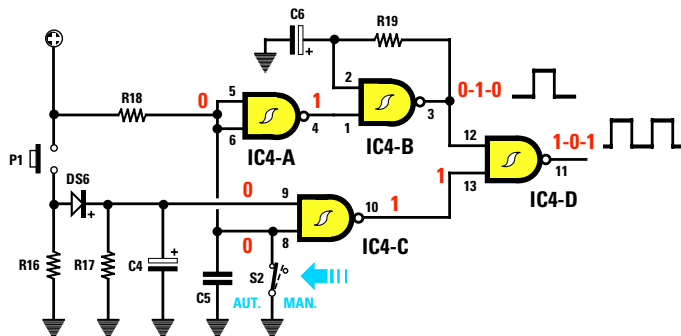
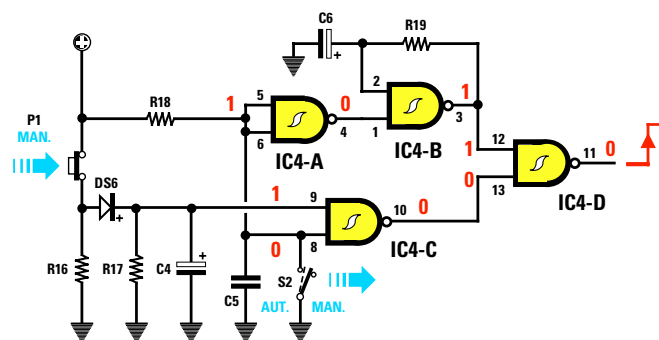
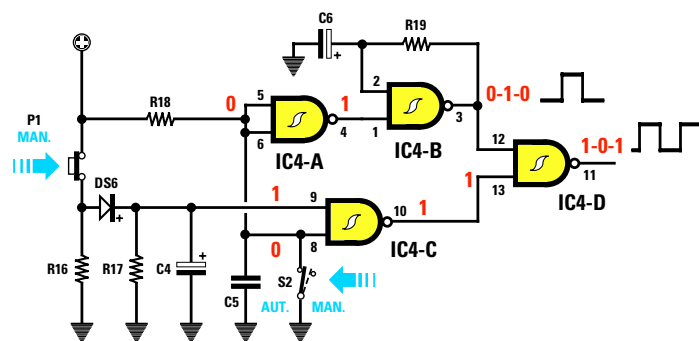



Fig.639 Chiudendo il deviatore S2 entrerà in funzione lo stadio oscillatore IC4/B. Il segnale ad onda quadra da questo generato verrà trasferito da IC4/D verso il piedino 9 del contatore 4518.

Fig.640 Con il deviatore S2 chiuso, verrà esclusa la funzione del pulsante P1, quindi anche se lo premerete, non riuscirete a modificare i numeri che appaiono in automatico sui display.

Quando il contatore arriverà sul numero **40** e poi sul numero **50**, anche se il piedino **5** si porterà a **livello logico 1**, il diodo **DS3** collegato al piedino **4** cortocircuiterà a **massa** la tensione **positiva** come è possibile vedere nella **Tabella N.25**.

Quando il contatore arriverà sul numero **60**, i piedini di uscita **4-5** si troveranno entrambi nella **condizione logica 1**.
In questa condizione i due diodi **DS3-DS4** non potranno più cortocircuitare a **massa** la tensione **positiva** della resistenza **R15**, quindi questa raggiungendo i piedini di **reset 7-15** azzererà il conteggio facendo apparire sui display i numeri **0-0**.

Se volessimo arrivare al numero **99**, dovremmo necessariamente collegare ai piedini di **reset** i diodi **DS3-DS5** che hanno un valore di **20** e **80**, quindi il conteggio arriverebbe a **20+80 = 100**.

Se volessimo contare fino ad un massimo di **30**, dovremmo collegare ai piedini di **reset** i diodi **DS2-DS3** che hanno un valore di **10** e **20**, quindi il conteggio arriverebbe al numero **10+20 = 30**.

Una volta realizzato questo kit, provate a cortocircuitare i diversi **pesi** riportati di lato sul piccolo **dip/switch** e constaterete che il conteggio si **azzererà** un numero **prima** del peso **totale**:

peso **10**	si arriva al numero **9**
peso **20**	si arriva al numero **19**
peso **10+20**	si arriva al numero **29**
peso **10+40**	si arriva al numero **49**
peso **20+40**	si arriva al numero **59**
peso **10+20+40**	si arriva al numero **69**
peso **80**	si arriva al numero **79**
peso **10+80**	si arriva al numero **89**
peso **20+80**	si arriva al numero **99**

LA FUNZIONE dei 4 NAND

Per far avanzare i numeri sui display in modo **manuale** o in modo **automatico**, abbiamo utilizzato un altro integrato tipo **4093** contenente **4 Nand**.

INTERRUTTORE S2 APERTO

Tenendo **aperto** l'interruttore **S2** (vedi fig.637), sul piedino **8** del **Nand IC4/C** abbiamo un **livello logico 1** fornito dalla resistenza **R18** collegata alla tensione **positiva** di alimentazione.

Poichè sull'opposto piedino **9** è presente un **livello logico 0** perchè collegato a **massa** tramite la resistenza **R17**, sull'uscita di questo Nand sarà presente un **livello logico 1**, infatti, consultando la **Tavola della verità** del **Nand** (vedi fig.647) è possibile constatare che, applicando sugli ingressi **0-1**, in uscita si ottiene un **livello logico 1**.

Questa **condizione logica 1** entrerà nel piedino d'ingresso **13** dell'ultimo **Nand** siglato **IC4/D** e, poichè l'opposto piedino **12** si trova a **livello logico 1**, sulla sua uscita otterremo **1-1 = 0**.

Premendo il pulsante **P1** (vedi fig.638), la tensione **positiva** di alimentazione passando attraverso il diodo **DS6** andrà a caricare il condensatore elettrolitico **C4**, quindi sui due piedini del **Nand IC4/C** sarà presente la condizione **1-1** che ci darà in uscita un **livello logico 0**. Sui piedini d'ingresso dell'ultimo **Nand** siglato **IC4/D** otterremo pertanto la condizione **1-0**, quindi il suo piedino d'uscita **11** si porterà a **livello logico 1**.

Essendo questa uscita collegata al piedino **9** del **primo contatore**, avremo un **fronte di salita** che il contatore rileverà come **impulso valido**, quindi il **numero** sul display avanzerà di una **unità**.

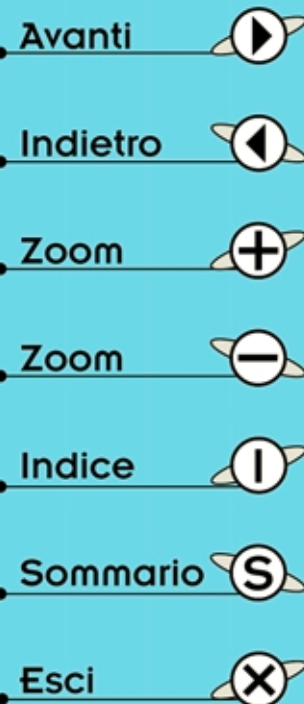
INTERRUTTORE S2 CHIUSO

Chiudendo l'interruttore **S2** (vedi fig.639), sul piedino **8** del **Nand IC4/C** giungerà un **livello logico 0** e poichè sull'opposto piedino **9** è già presente un **livello logico 0** (per la presenza della resistenza **R17** collegata a **massa**), sull'uscita di questo Nand otterremo un **livello logico 1**.
Consultando la **Tavola della verità** di un **Nand** (vedi fig.647) constateremo che, applicando sugli ingressi **0-0**, in uscita si ottiene un **livello logico 1**.

Premendo il pulsante **P1** (vedi fig.640), anche se sull'opposto piedino giungerà un **livello logico 1**, l'uscita **non** cambierà, quindi nuovamente otterremo un **livello logico 1**, infatti **0-1 = 1**.

Chiudendo l'interruttore **S2**, gli ingressi del **Nand IC4/A** collegato come **inverter** si porteranno a **livello logico 0** e di conseguenza sulla sua uscita ci ritroveremo un **livello logico 1** che entrerà nel piedino **1** del terzo **Nand IC4/B**.

Supponendo che l'opposto piedino **2** si trovi a **livello logico 0**, quando sugli ingressi è presente **0-1** sul piedino d'uscita **3** otterremo un **livello logico 1**, vale a dire una tensione **positiva**.

In queste condizioni, la resistenza **R19** inizierà a **caricare** il condensatore elettrolitico **C6** e quando questo si sarà caricato, il suo piedino **2** d'ingresso si porterà a **livello logico 1**, quindi sui due piedini d'ingresso avremo **1-1**.

Consultando la **Tavola della Verità** di un **Nand** rileveremo che con **1-1** sugli ingressi, il suo piedino d'uscita si porta a **livello logico 0** che corrisponde a piedino **cortocircuitato** a **massa**.

Collegando a **massa** la resistenza **R19**, il condensatore elettrolitico **C6** inizierà a **scaricarsi** e quando questo si sarà scaricato, il suo piedino **2** d'ingresso si porterà a **livello logico 0**.

Sugli ingressi otterremo pertanto **0-1** che riporteranno il piedino d'uscita **3** a **livello logico 1** e, di conseguenza, il condensatore elettrolitico **C6** inizierà nuovamente a **caricarsi**.
Questo condensatore che si **caricherà** e si **scaricherà** a ciclo continuo, ci fornirà in uscita delle **onde quadre** la cui **frequenza** dipende dal valore del condensatore **C6** e della resistenza **R19**.

Con i valori utilizzati otterremo una **frequenza** di circa **3 Hertz** (**3 impulsi** al **secondo**), che applicheremo sul piedino d'ingresso **12** dell'ultimo **Nand** siglato **IC4/D**.

Questa frequenza la ritroveremo sul suo piedino d'uscita **11** e poichè quest'ultimo risulta collegato al piedino **9** del **primo contatore**, questo inizierà a contare **3 impulsi** per **secondo**.

Quindi con l'interruttore **S2 chiuso** vedremo scorrere sui display tutti i numeri da **0** a **99**, dopodichè il contatore inizierà nuovamente da **0** per arrivare a **99** e così via fino all'infinito.

Nota = Tutti questi cambiamenti di **livelli logici**, cioè **0-0 = 1**, **1-1 = 0** e **1-0 = 1**, inizialmente vi creeranno un po' di confusione.

Purtroppo la **prima volta** che si affronta un qualsiasi problema tutto appare **difficile**, poi studiandolo a fondo ci si accorge che in realtà è più semplice di quanto si poteva supporre.

Ad esempio quanti di noi, ai tempi della scuola, di fronte alla **Tavola Pitagorica** abbiamo pensato che sarebbe stato impossibile riuscire a ricordarsi a memoria tutti quei numeri. Ma poi a forza di ripeterla, abbiamo finalmente imparato che **3x3** fa **9**, **5x5** fa **25** e **3x5** fa **15**.

Lo stesso dicasi per la **Tavola della Verità** delle **porte logiche** e proprio per aiutarvi a risolvere il problema dei **livelli logici** vi abbiamo consigliato nella Lezione N.16 di realizzare il kit **LX.5022**.

Pertanto quando vi ritroverete con lo schema di un **circuito digitale** che utilizza delle porte **Nand - Nor - And - Inverter**, ecc., tenetelo a portata di mano e quando leggerete che sugli ingressi di una porta giunge un **1-0** oppure uno **0-0**, eseguite questa identica combinazione sul kit **LX.5022** e subito **vedrete** quale livello logico apparirà sull'**uscita** della porta.

DECODIFICA + CONTATORE

Poichè in elettronica si cerca sempre di **ridurre** il numero dei componenti, sul mercato troviamo degli **integrati** contenenti sia la **decodifica** che il **contatore** (vedi fig.641).
Se prendiamo in considerazione una **decodifica+contatore** siglata **4033** (vedi fig.641), noteremo che anche in questa sono presenti i piedini siglati **a-b-c-d-e-f-g** che servono per alimentare i segmenti del display, ma mancano invece i piedini contraddistinti dalle lettere **A-B-C-D** e in loro sostituzione ne esistono altri così siglati:

Vcc = Questo piedino **16** va collegato alla **tensione positiva** di alimentazione.

GND = Questo piedino **8** va collegato a **massa**, vale a dire alla tensione **negativa** di alimentazione.

CK (Clock) = Su questo piedino **1** vengono applicati gli **impulsi** da contare; facciamo presente che questo piedino rileva solo i **fronti** di **salita** e **non** quelli di discesa.

CKi (Clock inhibit) = Questo piedino **2** va collegato a **massa**, diversamente non conta gli **impulsi** che giungono sul piedino **1**.

R (Reset) = Questo piedino **15** deve risultare collegato a **massa**. Applicando su questo piedino un **impulso** a **livello logico 1**, il numero che appare sul display verrà azzerato sullo **0**.

LT (Lamp Test) = Questo piedino **14** va collegato a **massa**. Se lo colleghiamo al **positivo** di alimentazione si **accenderanno** contemporaneamente tutti i **7 segmenti** del display. Questo piedino, che serve solo per controllare che non esistano nel display dei segmenti bruciati, non si usa praticamente mai.

RBi (Ripple Blanking in) = Questo piedino **3** serve per far apparire oppure per escludere il numero **0**. Se collegato al **positivo** di alimentazione, il numero **0** appare, se collegato a **massa** non appare.
In un contatore a **2 cifre** si lascia sempre e solo **acceso** lo **0** di destra e si **spegne** lo **0** di sinistra, per evitare di vedere **00 - 01 - 02 - 03**, ecc.

Fig.641 Esistono degli integrati che contengono un Contatore più una Decodifica per pilotare un Display. Nel disegno le connessioni dell'integrato 4033 che abbiamo utilizzato nello schema di fig.642.

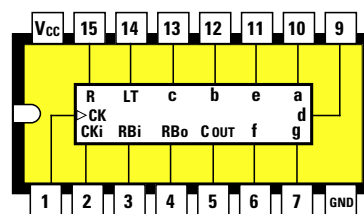
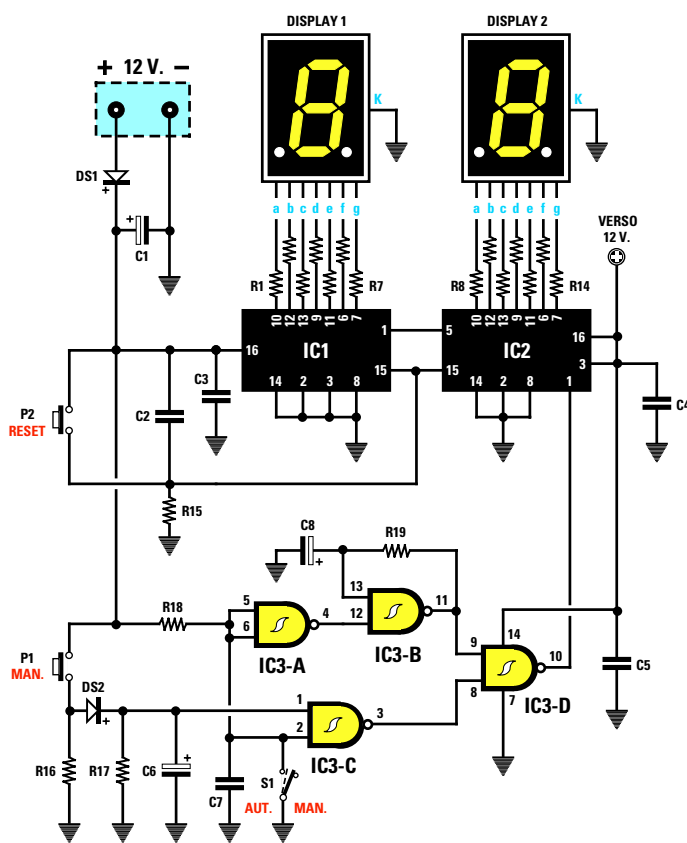



Fig.642 Con due soli integrati 4033 potrete realizzare un contatore a 2 cifre molto simile a quello di fig.633. I piedini di Reset 15 di questi due integrati verranno tenuti a livello logico 0 dalla resistenza R15 collegata a massa. Per azzerare il conteggio sarà sufficiente far giungere sui due piedini 15 un livello logico 1, condizione che otterrete premendo il pulsante P2.

ELENCO COMPONENTI LX.5028

R1 - R14 = 680 ohm
R15 = 100.000 ohm
R16 = 4.700 ohm
R17 = 10.000 ohm
R18 = 10.000 ohm
R19 = 330.000 ohm
C1 = 100 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 1 mF elettrolitico
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 1 mF elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DS2 = diodo tipo 1N.4150
DISPLAY 1 = catodo comune
DISPLAY 2 = catodo comune
IC1 = C/Mos tipo 4033
IC2 = C/Mos tipo 4033
IC3 = C/Mos tipo 4093
S1 = deviatore semplice
P1 = pulsante
P2 = pulsante

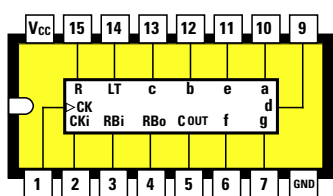
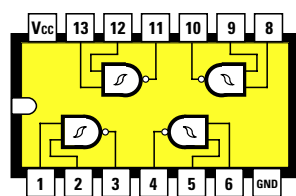
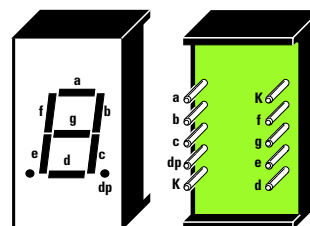



Fig.643 Connessioni viste da sopra dei due integrati 4033 e 4093 utilizzati nel progetto di fig.642. Sulla destra le connessioni dei segmenti a-b-c-d-e-f-g del display. Il terminale contrassegnato "dp" è il punto decimale, mentre i terminali K sono quelli di Massa.

RBo (Ripple Blanking out) = Questo piedino **4** si usa solo nei contatori a **3 cifre** per spegnere gli **zeri** non significativi posti a sinistra, in modo da non vedere sui display **000 - 001 - 002 - 011 - 012**, ecc., ma soltanto i numeri significativi **1 - 2 - 3 - 11 - 12**, ecc.

C OUT (Carry out) = Il piedino **5** al quinto conteggio passa dalla **condizione logica 1** alla **condizione logica 0** per tornare, al **decimo** conteggio, alla **condizione logica 1**. Quest'ultima, applicata al **CK** del secondo contatore di sinistra siglato **IC1**, lo fa incrementare di **una** cifra.

Detto questo possiamo passare allo schema elettrico di un contatore a **2 cifre** (vedi fig.642) che utilizza due integrati **4033**.

Sappiamo già che i quattro **Nand** siglati **IC3/A-IC3/B-IC3/C-IC3/D** collegati al piedino d'ingresso **1** del primo contatore **IC2**, servono per far avanzare il conteggio in modo **manuale** premendo il pulsante **P1**, oppure in modo **automatico** chiudendo l'interruttore **S1**.

Quando il display collegato al contatore **IC2** di destra avrà raggiunto il numero **9** e al decimo impulso sarà tornato sul numero **0**, dal piedino **5** del **Carry out** di **IC2** fuoriuscirà una **condizione logica 1** che raggiungerà il piedino **1** del contatore di sinistra siglato **IC1**, quindi sui due display apparirà il numero **10**, poi **11-12**, ecc.

Arrivati al numero **19**, quando il display di destra passerà dal numero **9** al numero **0**, dal piedino del **Carry out** fuoriuscirà un altro **livello logico 1** che farà avanzare di una unità il display di sinistra, quindi apparirà **20-21-22**, ecc., poi **30**, infine **40-50**, ecc., fino ad arrivare al numero **99**, quindi a **00** dopodiché il conteggio ripartirà da **1**.

In questo circuito è presente un secondo pulsante siglato **P2** indicato **reset**.

Premendo questo pulsante, invieremo sui piedini **15** dei due contatori **IC1-IC2** un impulso **positivo** che **cancellerà** i numeri visualizzati sui display.

Se arrivati ad un qualsiasi numero **18-35-71**, ecc., volete far ripartire il conteggio da **0**, sarà sufficiente premere e subito rilasciare il pulsante **P2**.

L'unico **svantaggio** che presenta questo contatore a **2 cifre** rispetto a quello precedente riprodotto in fig.633, è che non si può **programmare** per farlo contare fino ad un massimo di **20-30-60**, ecc.

REALIZZAZIONE PRATICA del contatore LX.5027 di fig.634

Per realizzare questo contatore a **2 cifre** dovete procurarvi il kit **LX.5027** che risulta completo di tutti i componenti compreso il **circuito stampato** già inciso e forato.

Potete iniziare il montaggio inserendo nello stampato i due **zoccoli** per i **display** e i quattro **zoccoli** per gli **integrati IC1-IC2-IC3-IC4**.

I piedini di questi zoccoli vanno saldati **accuratamente** sulle piste in rame presenti sul circuito stampato.

Infatti il **segreto** per far funzionare **subito** un qualsiasi progetto elettronico è quello di eseguire delle **saldature** perfette. Come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.5**, lo stagno **non** deve mai essere **sciolto** sulla **punta** del saldatore per poi essere depositato sul terminale da saldare; infatti, dopo aver posizionato la **punta** del saldatore in prossimità del terminale da saldare, è necessario avvicinare

Fig.644 Schema pratico di montaggio del contatore a 2 cifre siglato LX.5028. Anche in questo circuito se sposterete la leva del deviatore S1 verso destra, dovrete premere il pulsante P1 per far avanzare i numeri, mentre se la sposterete verso sinistra, i numeri avanzeranno in modo automatico. Premendo il pulsante P2 cancellerete i numeri che appaiono sui due display.

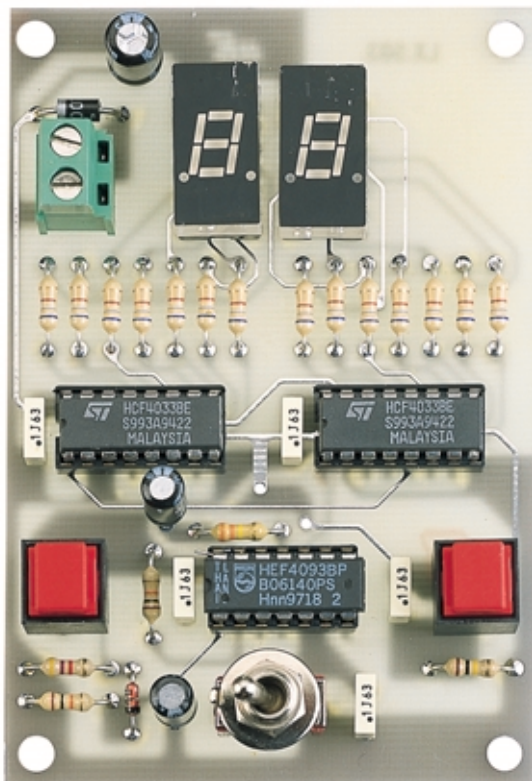
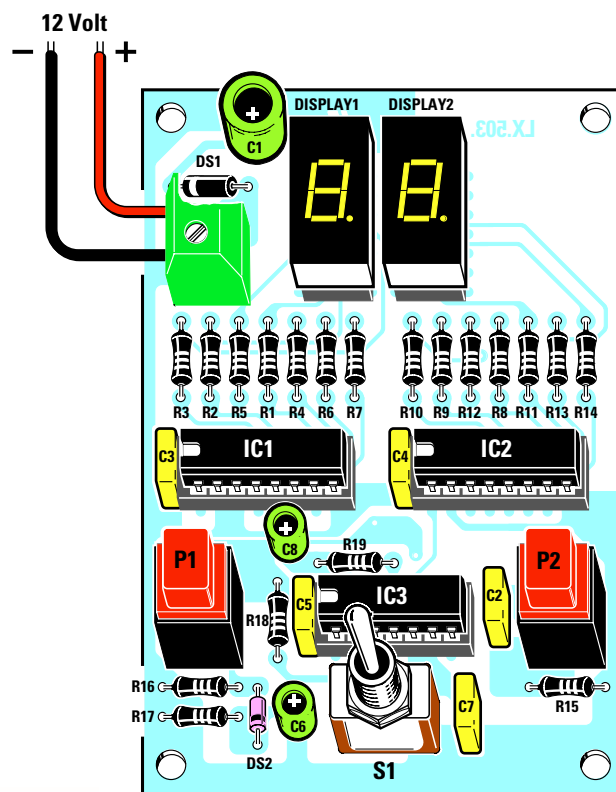



Fig.645 Ecco come si presenta a montaggio ultimato il contatore siglato LX.5028. Dopo aver montato i kits che vi abbiamo presentato in questa Lezione, vi renderete conto che la complessa spiegazione dei livelli logici 0-1 che cambiano di stato, che forse avete avuto qualche difficoltà a seguire, con il circuito in mano risulta assai più comprensibile. Infatti, solo coniugando la teoria con la pratica le cose più difficili possono diventare semplici.

ad essa il **filo** di **stagno** che, fondendosi, farà fuoriuscire dal suo interno un **disossidante** che provvederà a bruciare tutti gli **ossidi** presenti sulla superficie metallica dei terminali.

Completata questa operazione, dovete inserire nello stampato il piccolo **dip-switch** siglato **S1** rivolgendo verso il **display** il lato del suo corpo contrassegnato dalla dicitura **On**.

Proseguendo nel montaggio potete inserire tutte le **resistenze**, verificandone il valore ohmico tramite i colori presenti sul loro corpo, poi il diodo **DS1** che ha un corpo **plastico**, rivolgendone il lato contornato da una **fascia bianca** verso sinistra come appare ben visibile nella fig.634, quindi i diodi **DS2-DS3-DS4-DS5-DS6** che hanno un corpo in **vetro**, orientandone verso l'alto il lato contornato da una **fascia nera**.

Dopo le resistenze potete inserire i **condensatori poliestere**, infine i tre **condensatori elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro terminali.

Per completare il montaggio, dovete inserire la **morsettiera** a due poli per entrare con i **12 volt** di alimentazione, poi l'interruttore **S2** che permette di ottenere la funzione **Manuale** o **Automatico** e il pulsante **P1**.

A questo punto potete inserire nei rispettivi zoccoli i **display** rivolgendo il **punto decimale** presente sul loro corpo verso il **basso**, poi gli **integrati** rivolgendo la loro **tacca** di riferimento a forma di **U** verso **sinistra**, come visibile in fig.634.

Prima di fornire tensione al contatore, dovete spostare verso l'**alto** le due levette di **S1** che hanno un peso di **20** e **80** così da contare fino a **99**.

Se sposterete verso l'alto le levette con un diverso **peso**, arriverete ad un numero **minore** di **99**.

Se **non** ne sposterete **nessuna**, il contatore non potrà effettuare alcun **conteggio**.

REALIZZAZIONE PRATICA del contatore LX.5028 di fig.644

Per realizzare questo contatore a **2 cifre** dovete procurarvi il kit **LX.5028** che, come il precedente, risulta completo di tutti i componenti compreso il **circuito stampato** già inciso e forato.

Potete iniziare il montaggio inserendo nello stampato i due **zoccoli** per i **display** e i tre **zoccoli** per gli **integrati IC1-IC2-IC3**.

Dopo aver saldato tutti i terminali sulle piste del circuito stampato, potete inserire le **resistenze**, poi il diodo **DS1** che ha un corpo **plastico**, rivolgendone il lato contornato da una **fascia bianca** verso sinistra come appare ben visibile nella fig.644, quindi il diodo **DS2** che ha il corpo in **vetro** rivolgendone il lato contornato da una **fascia nera** verso il basso come visibile sempre in fig.644.

Dopo questi componenti potete inserire i **condensatori poliestere** ed i tre **condensatori elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro terminali.

Per completare il montaggio, dovete montare la **morsettiera** a due poli per entrare con i **12 volt** di alimentazione, poi l'interruttore **S1** che consente di ottenere la funzione **Manuale** o **Automatico** e infine i due pulsanti **P1-P2**.

A questo punto potete inserire nei due zoccoli i **display** rivolgendo il loro **punto decimale** verso il **basso** e negli altri tre zoccoli gli **integrati** rivolgendo verso **sinistra** la loro **tacca** di riferimento a forma di **U**, come visibile in fig.644.

Non appena inserirete nella morsettiera i **12 volt** necessari per l'alimentazione del circuito, vedrete apparire sui display un numero, che potrete far avanzare premendo **P1** o azzerare premendo **P2**.

Spostando la leva del deviatore **S1** sul lato opposto vedrete i numeri avanzare in modo **automatico** da **0** fino a **99**.

COSTO di REALIZZAZIONE

- Tutti i componenti per realizzare il contatore siglato **LX.5026** (vedi fig.628), compresi circuito stampato, display, integrato con zoccolo, commutatore binario e diodi led L.19.000

Costo del solo stampato **LX.5026** .... L. 5.000

- Tutti i componenti per realizzare il contatore siglato **LX.5027** (vedi fig.634), compresi circuito stampato, 2 display, 4 integrati con zoccolo, dip-switch, diodi, deviatore e pulsante L.33.000

Costo del solo stampato **LX.5027**............ L. 7.000

- Tutti i componenti per realizzare il contatore siglato **LX.5028** (vedi fig.644), compresi circuito stampato, 2 display, 3 integrati con zoccolo, 2 pulsanti, 1 deviatore L.30.000

Costo del solo stampato **LX.5028** .... L. 8.500

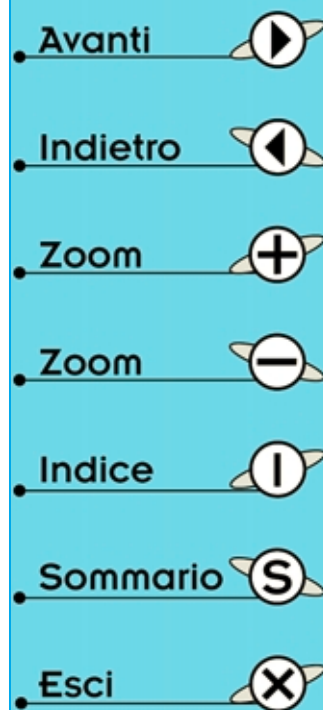
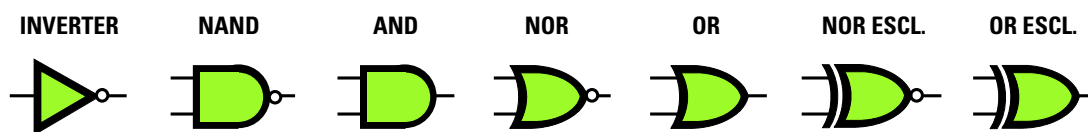



Fig.646 In questo disegno riportiamo i simboli grafici di tutte le porte digitali come li vedrete disegnati negli schemi elettrici. Come potete vedere nella Tavola della Verità riportata in fig.647, applicando sugli ingressi di ogni porta una diversa combinazione di 1-0 otterrete sulle loro uscite un diverso livello logico.

TAVOLA della VERITÀ delle PORTE LOGICHE

INVERTER

ENTRATA	USCITA
0	1
1	0
0	1
1	0

NAND

ENTRATA	USCITA
0	1
1	0
0	1
1	0

NAND

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

AND

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NOR

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

OR

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR ESCL.

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR ESCL.

ENTRATE		USCITA
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fig.647 Per sapere quale livello logico sarà presente sull'uscita delle diverse porte, modificando i livelli logici sui loro ingressi, potrete consultare questa Tavola della Verità. Il numero 1 significa che su quel terminale è presente la tensione "positiva" di alimentazione e il numero 0 che su quel terminale non c'è nessuna tensione perchè risulta cortocircuitato a "massa" (vedi fig.570 nella Lezione 16).

INDICE DEI KIT

A

B

C

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

P

R

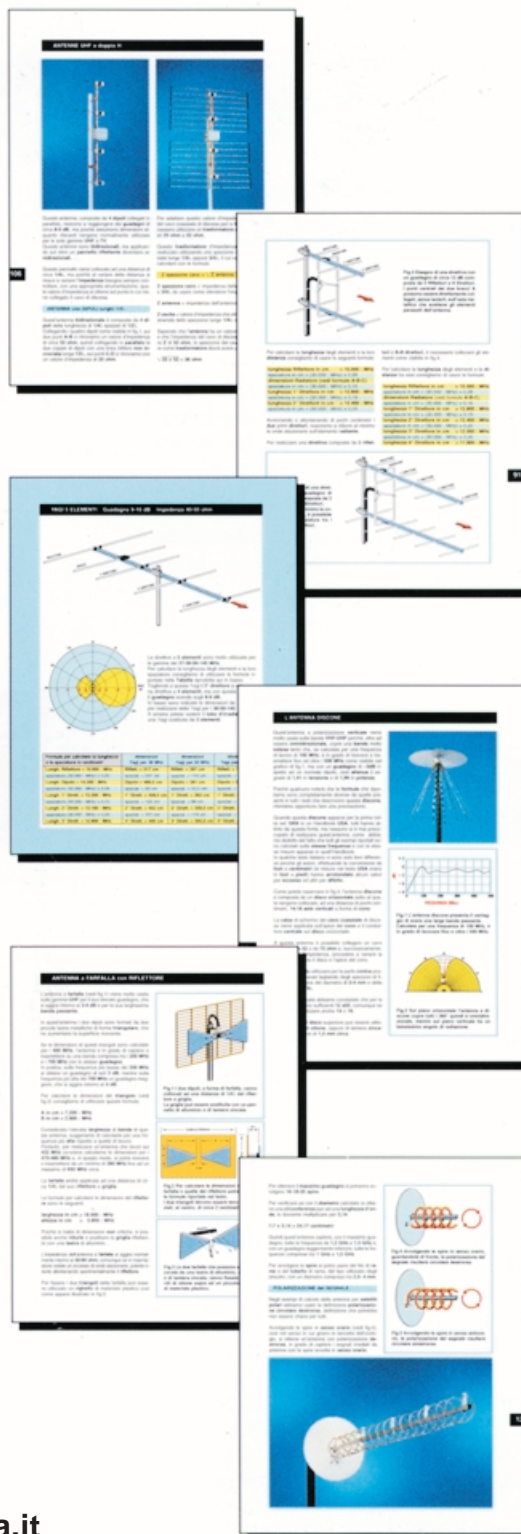
S

T

U

V

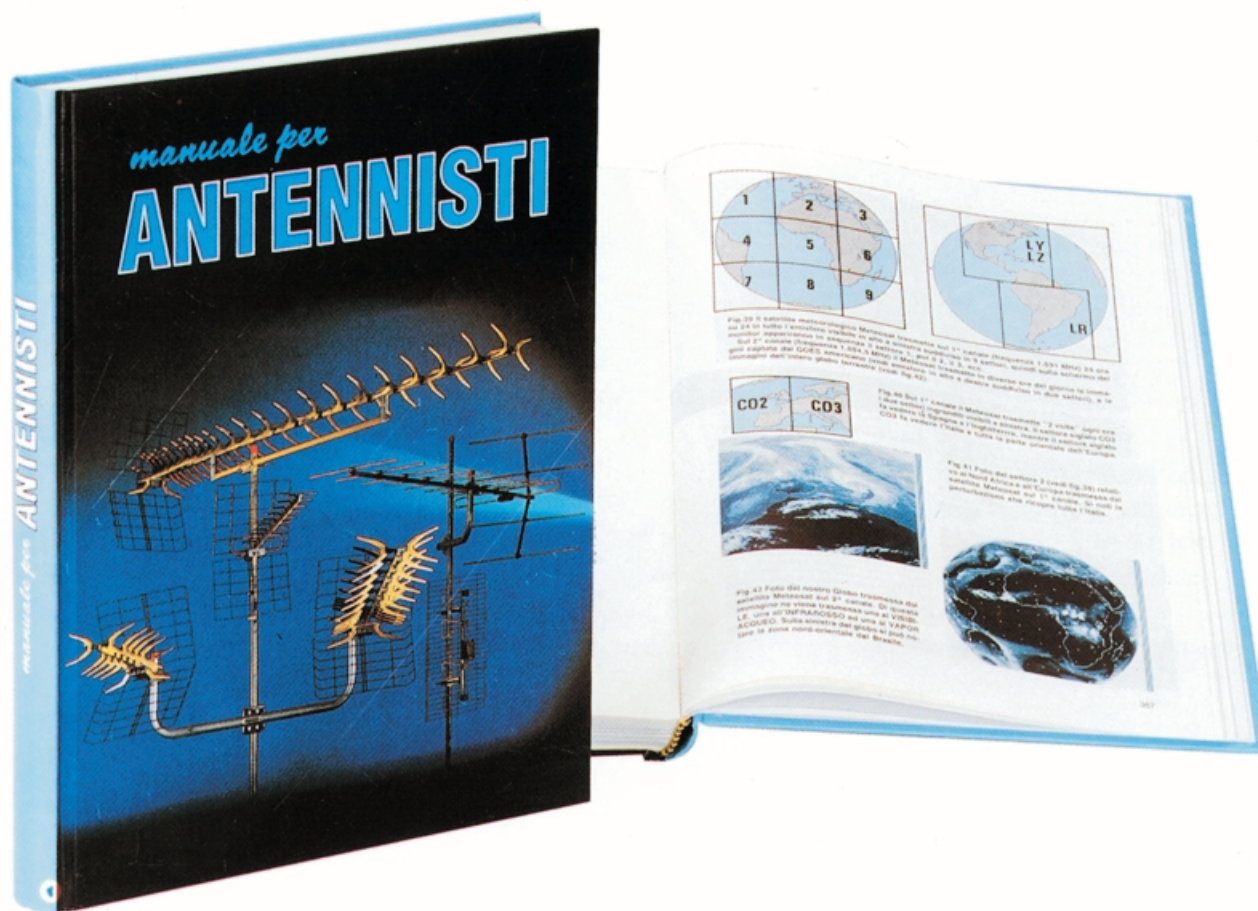
W

Tutti quelli che hanno sempre cercato un valido e utile libro sulle antenne riceventi e trasmittenti e non l'hanno mai trovato, sappiano che da oggi esiste questo interessante volume edito da Nuova Elettronica.

In questo volume troverete una approfondita e chiara trattazione teorica e pratica, che risulterà molto utile ai principianti e a tutti coloro che desiderano apprendere gli aspetti più importanti relativi alle antenne riceventi e trasmittenti.

Nel testo non compaiono complesse formule che potrebbero costituire un serio ostacolo per coloro che non digeriscono la matematica, ma solo delle utili e pratiche tabelle e tante semplici formule che tutti potranno risolvere con l'ausilio di una comune calcolatrice tascabile.

Dopo aver letto questo volume sarete in grado di realizzare qualsiasi tipo di antenna ed anche di tararla per il suo massimo rendimento.

Visita il nostro sito: www.nuovaelettronica.it

tutto quello che occorre sapere sui normali impianti d'antenne TV e su quelli via SATELLITE

In questo **MANUALE** il tecnico antennista troverà centinaia di informazioni e di esempi pratici che gli permetteranno di approfondire le sue conoscenze e di risolvere con facilità ogni problema.
Gli argomenti trattati sono moltissimi ed oltre ai capitoli dedicati alle normali installazioni di antenne ed impianti centralizzati ne troverete altri dedicati alla **TV** via **SATELLITE**.
Tutte le informazioni sono arricchite di bellissimi disegni, perchè se le parole sono importanti, i disegni riescono a comunicare in modo più diretto ed immediato anche i concetti più difficili, ed oltre a rimanere impressi più a lungo nella mente, rendono la lettura più piacevole.
Nel capitolo dedicato alla TV via SATELLITE troverete una **TABELLA** con i gradi di Elevazione e di Azimut utili per direzionare in ogni città una parabola Circolare oppure Offset verso qualsiasi SATELLITE TV, compresi quelli METEOROLOGICI.
Il **MANUALE** per **ANTENNISTI** si rivelerà prezioso anche a tutti gli **UTENTI** che desiderano con i propri mezzi rifare o migliorare l'impianto di casa propria.
Questo **MANUALE**, unico nel suo genere sia per il contenuto sia per la sua veste editoriale (copertina brossurata e plastificata), è composto da ben 416 pagine ricche di disegni e illustrazioni.
Per riceverlo potrete inviare un vaglia, un assegno oppure il CCP allegato a fine rivista a:

NUOVA ELETTRONICA via CRACOVIA N.19 40139 BOLOGNA

Chi volesse riceverlo in CONTRASSEGNO potrà telefonare alla segreteria telefonica: **0542 - 641490** oppure potrà inviare un Fax al numero: **0542 - 641919** **o via internet al sito: www.nuovaelettronica.it**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Se l'elettronica ti affascina ...

Se ti interessa sapere come funziona un circuito elettronico ...

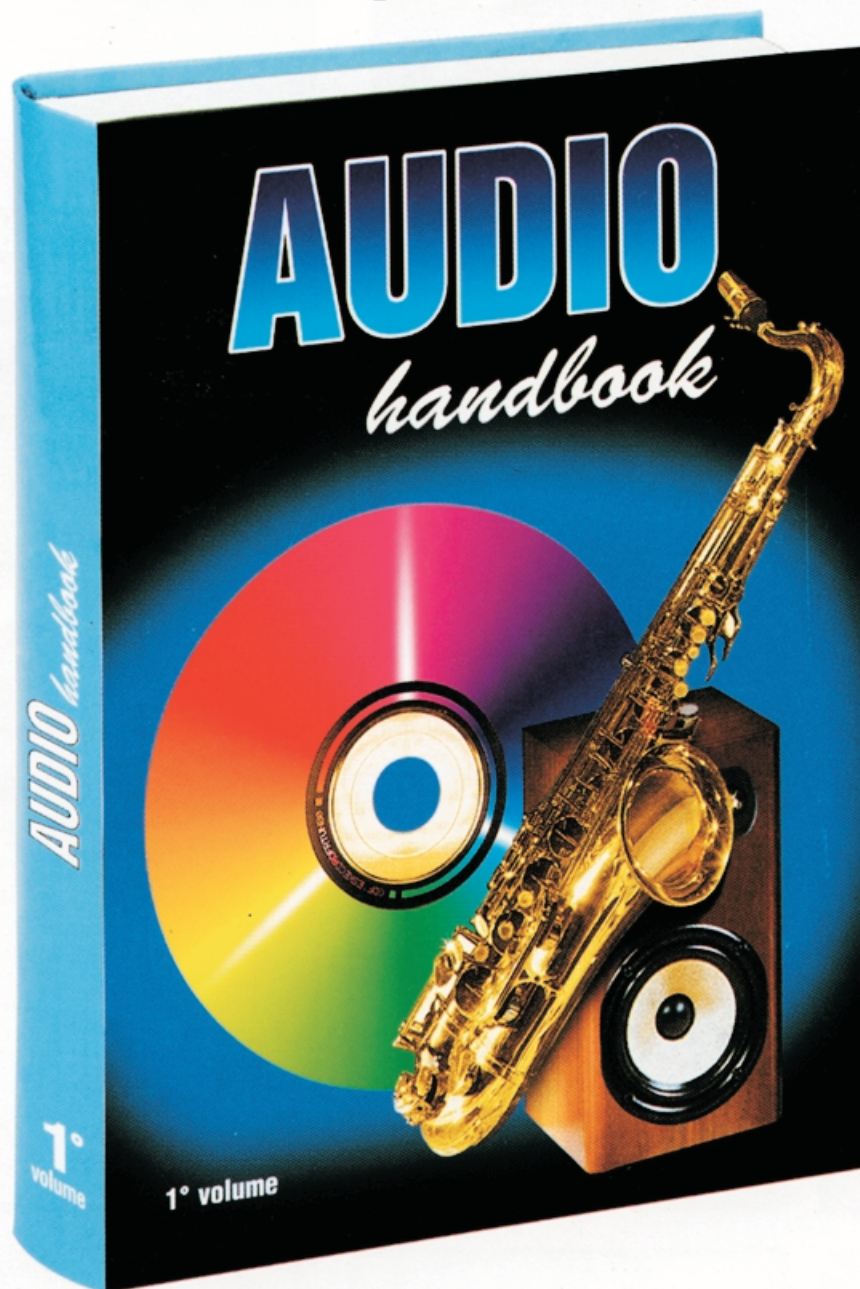
Se aspiri a diventare un esperto tecnico in campo elettronico ...

Non perdere l'occasione e ordina subito il 1° volume di "imparare l'elettronica", che ti aiuterà a capire anche i concetti più difficili perché scritto in modo semplice e chiaro.

Questo volume con copertina brossurata composto da 384 pagine e 700 tra foto e disegni in bianco/nero e a colori, potete richiederlo a:

NUOVA ELETTRONICA via Cracovia, 19 40139 BOLOGNA

utilizzando il CCP allegato a fine rivista oppure inviando un ordine tramite fax al numero 0542-64.19.19 o telefonando alla segreteria telefonica della Heltron numero 0542-64.14.90 in funzione 24 ore su 24 compresi i festivi,
oppure ordinarlo via internet al sito: www.nuovaelettronica.it
Quando avremo completato con le prossime lezioni un numero sufficiente di pagine, stamperemo anche i successivi 2° e 3° volume.

MUSICA per le vostre ORECCHIE

Chi lo volesse ricevere in contrassegno potrà telefonare al numero:
0542 - 641490
oppure potrà inviare un fax al numero:
0542 - 641919.

Nota: richiedendolo in contrassegno vi verrà addebitato un supplemento di L.6.000.

Questo volume interesserà tutti gli audiofili, che, oltre a trovare ben 60 kit Hi-Fi completi di schemi elettrici e pratici, potranno apprendere come eliminare il ronzio da un impianto Hi-Fi, i vantaggi e gli svantaggi dei Differenziali controllati da un Generatore di corrente Costante oppure da un Generatore di corrente a Specchio, le caratteristiche circuitali degli impianti a Valvole ed altro ancora.

Vi verranno inoltre svelati tutti i segreti sui Cavi da utilizzare per collegare le Casse Acustiche e le caratteristiche tecniche di cui devono essere dotati i Cavetti Schermati usati per gli ingressi. Infine se siete interessati a convertire un segnale Sbilanciato in uno Bilanciato o viceversa, troverete i relativi kit.

Per richiedere questo volume potrete inviare un vaglia, un assegno o il CCP allegato a fine rivista a:

NUOVA ELETTRONICA via Cracovia, 19 40139 BOLOGNA

Oppure ordinarlo via internet al sito: www.nuovaelettronica.it

imparare l'elettronica *partendo da zero*

Direzione Editoriale
Rivista NUOVA ELETTRONICA
via Cracovia n.19
40139 BOLOGNA (Italia)

Autore MONTUSCHI GIUSEPPE

SOMMARIO

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Per alimentare con la tensione di rete dei **220 volt** un circuito elettronico che richiede una tensione **continua** di **9-12-18-24 volt**, molti ritengono che sia sufficiente utilizzare uno qualsiasi degli schemi di **alimentatore stabilizzato** che appaiono in molte pubblicazioni.

Purtroppo non tutti gli schemi risultano idonei ad alimentare un qualsiasi circuito, quindi se notate del **ronzio** di alternata, oppure se la tensione di alimentazione **non** rimane stabile sotto carico, significa che l'alimentatore prescelto è stato **mal** progettato.

In questa **Lezione** e nella successiva vi spiegheremo come funziona un **alimentatore stabilizzato** e vi assicuriamo che, dopo aver letto queste pagine, sarete in grado di progettare con estrema facilità qualsiasi tipo di alimentatore.

Le **formule** che troverete riportate per calcolare gli **ohm**, i **volt** e gli **amper**, sono così **semplici** che basta una comune **calcolatrice** tascabile per poterle svolgere.

Per completare questa Lezione vi presentiamo un alimentatore **stabilizzato** in grado di fornire delle **tensioni** variabili da **5 volt** a **22 volt**, con una **corrente** massima di **2 amper**.

DA una TENSIONE ALTERNATA ad una TENSIONE CONTINUA STABILIZZATA

I transistor, fet, integrati, presenti in tutte le apparecchiature elettroniche funzionano solo se alimentati con una **tensione continua**.
Chi possiede una radio **portatile** oppure un telefono **cellulare** sa che per farli funzionare occorre inserire una **pila** e che, una volta che questa si sarà esaurita, dovrà essere sostituita con una nuova, sempre che non venga usata una pila ricaricabile al **nichel-cadmio**.

Anche le radio, i televisori, gli amplificatori o i computer utilizzati in casa, pur essendo collegati alla presa di rete dei **220 volt alternati**, e tutti i semiconduttori, cioè transistor, fet, integrati, display ecc., presenti al loro interno, vengono alimentati con una **tensione continua**.
Poichè questi semiconduttori funzionano con basse tensioni di **5-9-12-18-30 volt**, la prima operazione da compiere è quella di abbassare la tensione dei **220 volt** sul valore richiesto, la seconda è quella di convertire questa tensione **alternata** in una tensione perfettamente **continua**.

Nella **Lezione N.8** (che vi consigliamo di rileggere) abbiamo spiegato che per abbassare una tensione **alternata** è sufficiente utilizzare un **trasformatore** provvisto di un avvolgimento **primario** da collegare ai **220 volt** e di un **secondario** dal quale viene prelevata la **bassa** tensione.
Poichè la bassa tensione fornita da questo secondario risulta **alternata** e ha la stessa **frequenza** della rete, cioè **50 Hertz**, per convertirla in una tensione **continua** bisogna **raddrizzarla** tramite dei **diodi** al silicio.

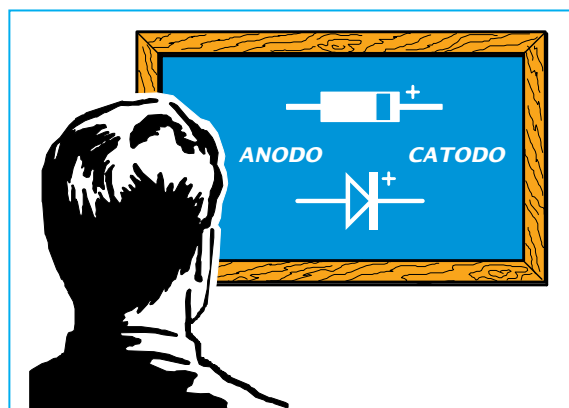



Fig.1 Il terminale del diodo dal quale fuoriesce la tensione positiva viene chiamato Catodo. Questo terminale è posto sul lato del corpo contrassegnato da una fascia bianca oppure argentata.

RADDRIZZARE una tensione ALTERNATA

Applicando sul secondario di un trasformatore un **solo diodo** con il terminale **K** (catodo) rivolto verso l'uscita (vedi fig.2), quando sull'opposto terminale **A** (anodo) giunge la semionda **positiva**, questa passa al terminale **K**, quando invece giunge la semionda **negativa** questa **non** passa.

Sull'uscita del terminale **K** sarà presente una tensione **pulsante** con una **frequenza** di **50 Hz**, composta dalle sole semionde **positive** intervallate dalla **pausa** delle semionde **negative** (vedi fig.2).

Applicando sul secondario del trasformatore **quattro diodi** (vedi fig.3), eliminiamo la **pausa** della semionda **negativa**; infatti quando sul **filo A** è presente la semionda **positiva** e sul **filo B** la semionda **negativa**, la tensione alternata viene raddrizzata dai diodi **DS2-DS3**.
Quando sul **filo A** è presente la semionda **negativa** e sul **filo B** la semionda **positiva** la tensione alternata viene raddrizzata dai diodi **DS1-DS4**.

Avendo raddoppiato le **semionde positive**, anche la **frequenza** che preleveremo sull'uscita di questo ponte risulterà raddoppiata, quindi la tensione **pulsante** non sarà più di **50 Hz** bensì di **100 Hz**.

È possibile raddrizzare entrambe le semionde anche con **due** soli **diodi** (vedi fig.5), a patto che il secondario del trasformatore disponga di una presa **centrale**.
Infatti, quando sul **filo A** è presente la semionda **positiva** e sull'opposto **filo B** la semionda **negativa**, la semionda **positiva** passerà solo attraverso il diodo **DS1**.
Quando sul **filo A** è presente la semionda **negativa** e sull'opposto **filo B** la semionda **positiva**, la semionda positiva passerà soltanto attraverso il diodo **DS2**.

Anche in questo caso, avendo raddoppiato in uscita le semionde **positive**, risulterà raddoppiata la **frequenza** che da **50 Hz** passerà a **100 Hz**.

Se nelle configurazioni delle figg.2-3 per ottenere in uscita una tensione raddrizzata di **12 volt** è sufficiente scegliere un trasformatore provvisto di un secondario in grado di erogare **12 volt**, nella configurazione di fig.5 per ottenere in uscita una tensione raddrizzata di **12 volt** bisogna scegliere un trasformatore provvisto di un secondario da **24 volt** con presa **centrale** dalla quale prelevare la tensione **negativa**.

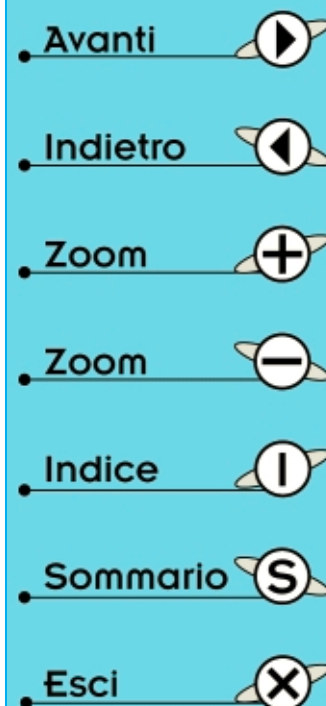
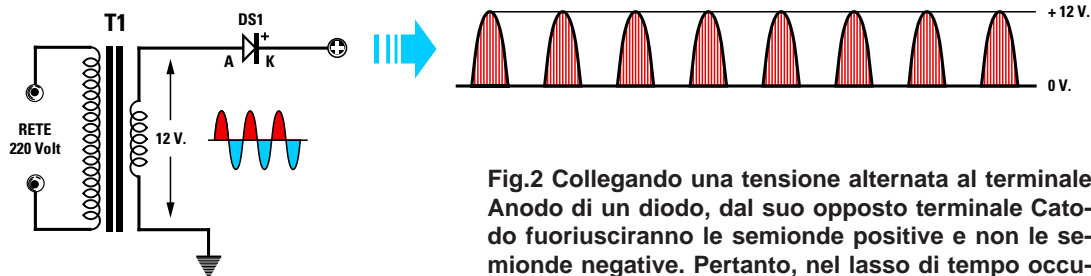



Fig.2 Collegando una tensione alternata al terminale Anodo di un diodo, dal suo opposto terminale Catodo fuoriusciranno le semionde positive e non le semionde negative. Pertanto, nel lasso di tempo occupato dalle semionde negative, dal diodo non potrà fuoriuscire nessuna tensione.

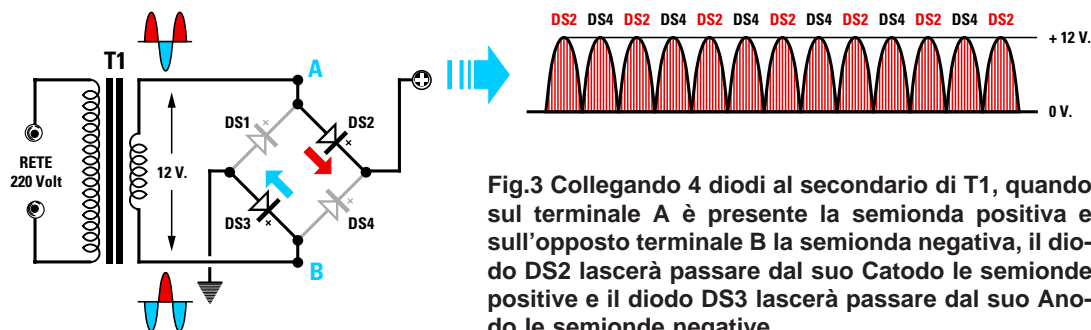



Fig.3 Collegando 4 diodi al secondario di T1, quando sul terminale A è presente la semionda positiva e sull'opposto terminale B la semionda negativa, il diodo DS2 lascerà passare dal suo Catodo le semionde positive e il diodo DS3 lascerà passare dal suo Anodo le semionde negative.

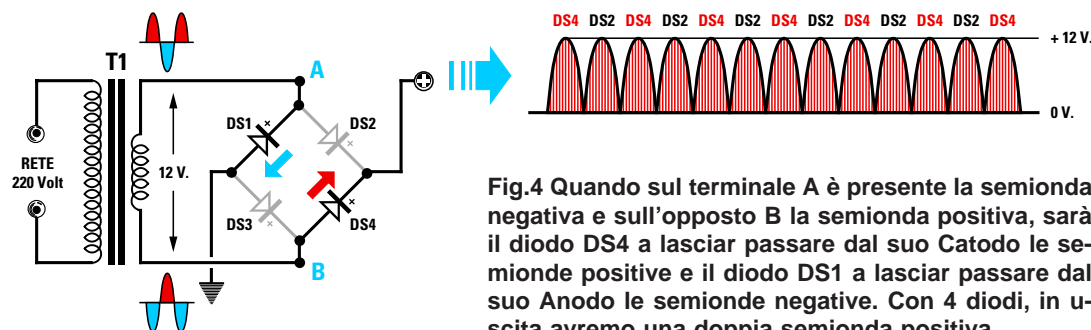



Fig.4 Quando sul terminale A è presente la semionda negativa e sull'opposto B la semionda positiva, sarà il diodo DS4 a lasciar passare dal suo Catodo le semionde positive e il diodo DS1 a lasciar passare dal suo Anodo le semionde negative. Con 4 diodi, in uscita avremo una doppia semionda positiva.

Fig.5 Per raddrizzare entrambe le semionde con due soli diodi occorre un trasformatore provvisto di un secondario con una presa centrale in grado di erogare ai due estremi il doppio della tensione richiesta. Quindi per ottenere una tensione raddrizzata di 12 volt è necessario un trasformatore da 12+12 volt.

A COSA serve L'ELETTROLITICO

Ammesso di raddrizzare una tensione alternata di **12 volt**, sull'uscita di un **diodo** o **ponte** raddrizzatore si ottiene una tensione **pulsante** che da **0 volt** sale fino a raggiungere il suo massimo **positivo**, poi ridiscende sugli **0 volt** e nuovamente risale verso il **positivo**, con una frequenza di **50** o **100 Hz** (vedi figg.2-3), vale a dire sale e scende **50** o **100 volte** in un tempo di **1 secondo**.

Se applicassimo questa tensione **pulsante** ad una qualsiasi apparecchiatura elettronica, quest'ultima non riuscirebbe a funzionare perchè necessita di una tensione **continua**.

Per rendere **continua** una tensione **pulsante** occorre applicare sull'uscita del **diodo** o del **ponte** raddrizzatore un condensatore **elettrolitico**.

Questo condensatore **elettrolitico** può essere paragonato ad una **pila ricaricabile** che immagazzina **tensione** quando il diodo **conduce** e provvede ad alimentare il circuito quando il diodo **non** conduce, oppure quando la semionda **positiva** inizia a scendere sugli **0 volt** (vedi figg.6-7).

È abbastanza intuitivo che questo condensatore **elettrolitico** dovrà avere una **capacità** più che sufficiente per alimentare il circuito per **tutto** il tempo che il diodo **non** conduce.

La **capacità** di questo condensatore espressa in **microfarad**, varia al variare del tipo di configurazione utilizzato per raddrizzare l'alternata, cioè a una **semionda** o a **doppia semionda**, del valore della **tensione** raddrizzata e della **corrente** che assorbe il circuito da alimentare.
Le formule per calcolare il valore di **capacità minima** da utilizzare sono semplici:

Raddrizzatori a una semionda (vedi fig.2)
microfarad = 40.000 : (volt : amper)

Raddrizzatori a doppia semionda (vedi figg.3-5)
microfarad = 20.000 : (volt : amper)

Quindi se alimentiamo una **radio** che funziona a **9 volt** e che assorbe **0,1 amper** con il circuito di fig.2, ci occorre una **capacità minima** di:

40.000 : (9 : 0,1) = 444 microfarad

Non essendo reperibile un valore di **444 mF** dovremo usare **470 mF** o, meglio ancora, **1.000 mF** per avere una **"pila"** dotata di una riserva di tensione maggiore del richiesto.

Fig.6 Le semionde positive che fuoriescono dal diodo, oltre ad alimentare il circuito andranno a caricare anche il condensatore elettrolitico C1. Quando il diodo non conduce per la presenza delle semionde negative, sarà il condensatore elettrolitico C1 a fornire al circuito la tensione che questo ha immagazzinato.
La tensione continua presente ai capi del condensatore elettrolitico sarà di:
(volt alternati – 0,7) x 1,41

Fig.7 Se per raddrizzare la tensione alternata utilizziamo 4 diodi non avremo più, tra una semionda positiva e la successiva, la pausa della semionda negativa come evidenziato in fig.6. Il condensatore elettrolitico dovendo fornire tensione al circuito che alimentiamo per un tempo minore, avrà una capacità dimezzata rispetto al circuito riprodotto in fig.6.
La tensione continua presente ai capi del condensatore elettrolitico sarà di:
(volt alternati – 1,4) x 1,41

Se alimentiamo la stessa radio con i circuiti raddrizzatori riprodotti nelle figg.3-5 ci occorre una **capacità minima** di:

20.000 : (9 : 0,1) = 222 microfarad

Non essendo reperibile un valore di **222 mF** dovremo usare **330 mF** o, meglio ancora, **470 mF**.

Se dobbiamo alimentare un **amplificatore** che richiede una tensione di **24 volt** e che assorbe alla massima potenza **1,2 amper**, usando il circuito raddrizzatore di fig.2 avremo bisogno di una **capacità** che non risulti **minore** di:

40.000 : (24 : 1,2) = 2.000 microfarad

Se alimentassimo lo stesso **amplificatore** con i circuiti raddrizzatori riportati nelle figg.3-5, sarebbe necessaria una **capacità** non **minore** di:

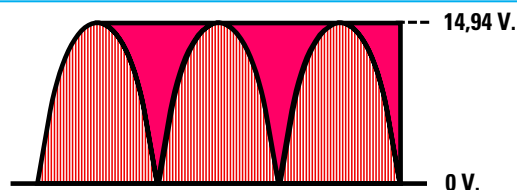
20.000 : (24 : 1,2) = 1.000 microfarad

DA RICORDARE

Come avrete notato più **corrente** assorbe il circuito da alimentare, più elevata deve risultare la **capacità** del condensatore elettrolitico, diversamente questo si scaricherebbe prima che sopraggiunga dal **diodo** la semionda positiva di **ricarica**.

Quando acquisterete dei condensatori elettrolitici vi verrà sempre chiesto, oltre il valore della loro capacità in **microfarad**, anche la **tensione** di lavoro.

Se avete un circuito che lavora con una tensione **continua** di **25 volt**, sarebbe sempre consigliabile scegliere un condensatore elettrolitico con una tensione **maggiore**, ad esempio **35-50 volt**.

Anche quando acquisterete dei **diodi** o dei **ponti** raddrizzatori vi verrà chiesto, oltre al valore della **tensione** da raddrizzare, gli **amper** che questi componenti dovranno erogare.

Per raddrizzare una tensione **alternata** di **30 volt** è necessario un diodo o un ponte con una tensione di lavoro di almeno **50 volt**, perchè **30 volt alternati** corrispondono a una tensione di **picco** di:

30 x 1,41 = 42,3 volt

Se acquistate dei diodi da **50 volt**, li potrete utilizzare per raddrizzare tensioni di **5-12-20-35 volt**, ma non tensioni **alternate** di **40** o **50 volt**.

Se acquistate dei diodi da **100 volt**, li potrete utilizzare per raddrizzare tensioni di **5-12-35-70 volt**, ma non tensioni **alternate** di **80** o **90 volt**.

Per alimentare un circuito che assorbe una corrente di **1 amper** non dovrete scegliere dei **diodi** oppure dei **ponti** da **1 amper**, bensì per una corrente **maggiore**.

Nessuno considera infatti che la corrente di **1 amper** viene assorbita dal solo circuito che si desidera alimentare, quindi se non si dispone di una corrente **maggiore** non si riuscirà a **caricare** il condensatore **elettrolitico**.

Se userete un circuito raddrizzatore ad una **sola** semionda (vedi fig.2), dovrete scegliere un diodo in grado di erogare almeno un **50%** in più di corrente del richiesto, quindi se il circuito assorbe **1 amper**, dovrete scegliere un diodo da **1,5 amper**.

Se userete un circuito raddrizzatore a **doppia** semionda (vedi figg.3-5), dovrete scegliere un diodo in grado di erogare almeno un **20%** in più di corrente del richiesto, quindi se il circuito assorbe **1 amper**, dovrete scegliere un diodo da **1,2 amper**.

Quanto detto a proposito dei **diodi**, vale anche per la **corrente** che deve erogare il **secondario** del trasformatore di alimentazione, quindi se, avendo un circuito che assorbe **1 amper**, raddrizzerete una **sola** semionda (vedi fig.2), dovrete scegliere un trasformatore che eroghi almeno **1,5 amper**, mentre

Fig.8 Se la capacità del condensatore elettrolitico è quella richiesta, nel lasso di tempo che intercorre tra le due semionde positive otterremo una tensione continua sufficientemente stabile.

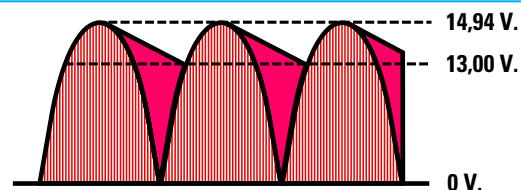



Fig.9 Se la capacità del condensatore elettrolitico è insufficiente, otterremo una tensione continua non perfettamente livellata, che dal suo valore massimo potrà scendere di qualche volt.

se raddrizzerete le **due** semionde (vedi figg.3-5) dovrete scegliere un trasformatore che eroghi almeno **1,2 amper**.

LA TENSIONE LIVELLATA

Misurando con un **tester** il valore della tensione **alternata** erogata dal **secondario** di un trasformatore e misurando poi questa tensione dopo averla raddrizzata e livellata con il condensatore **elettrolitico**, otterremo una tensione **continua** maggiore del valore della tensione **alternata**.

Nella **Lezione N.8** (vedi fig.244) vi abbiamo spiegato che il **tester** misura i **volt efficaci** della tensione **alternata**, ma che il condensatore **elettrolitico** si carica con il valore dei **volt** di **picco** raggiunto dalla semionda **positiva**, quindi la tensione **continua** disponibile ai capi del condensatore risulterà maggiore di **1,41** rispetto ai **volt efficaci**.

Occorre far presente che ogni **diodo** raddrizzatore introduce una **caduta** di tensione di **0,7 volt** circa, quindi il valore della tensione sul condensatore elettrolitico risulterà leggermente inferiore.

Se raddrizziamo una tensione alternata di **12 volt** con il circuito di fig.2 che utilizza un **solo** diodo, otterremo una tensione **continua** di:

(12 - 0,7) x 1,41 = 15,93 volt continui

Se raddrizziamo una tensione alternata di **12 volt** con il circuito a **ponte** di fig.3 che utilizza **4 diodi**, non dovremo considerare una caduta di:

0,7 x 4 = 2,8 volt

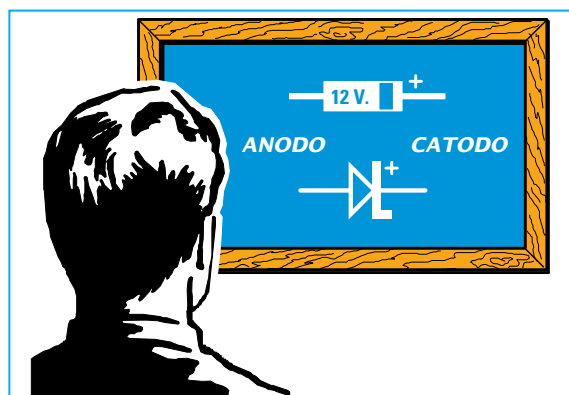



Fig.10 Il terminale del diodo zener da collegare alla tensione da stabilizzare viene chiamato Catodo. Questo terminale è posto sul lato del corpo contrassegnato da una fascia nera o di diverso colore.

perchè alternativamente conducono sempre e solo due diodi, **DS2-DS3**, poi **DS1-DS4**, quindi avremo una caduta di tensione di soli:

0,7 x 2 = 1,4 volt

e una tensione **continua** di:

(12 - 1,4) x 1,41 = 14,94 volt continui

I valori di tensione soprariportati li rileveremo **senza carico**, perchè **più** corrente assorbe il circuito che alimentiamo, più la tensione si **abbassa**.

Infatti tutti gli alimentatori con un **diodo** o un **ponte** forniscono in uscita una tensione **continua** che varia al variare del **carico** e anche della fluttuazione della tensione di rete dei **220 volt** che, come noto, può oscillare da **210 volt** a **230 volt**.

Per poter alimentare un circuito con una **tensione** che non risenta delle variazioni del **carico** e nemmeno delle fluttuazioni della tensione di **rete**, la dovremo necessariamente **stabilizzare**.

UN DIODO ZENER come STABILIZZATORE

Il sistema più semplice ed economico per **stabilizzare** una tensione continua è quello di utilizzare un piccolo **diodo zener**.

Questi diodi, che hanno le stesse dimensioni di un minuscolo diodo raddrizzatore (vedi fig.1), si riconoscono perchè sul loro corpo è stampigliato un valore di **tensione**.

Se sul corpo è stampigliato **5,1** il diodo zener stabilizza qualsiasi tensione venga applicata sul suo ingresso su un valore fisso di **5,1 volt**.

Se sul corpo è stampigliato **12** il diodo zener stabilizza qualsiasi valore di tensione venga applicato sul suo ingresso su un valore fisso di **12 volt**.

Perchè possa svolgere la sua funzione stabilizzatrice, bisogna applicare sul diodo zener una tensione **maggiore** di quella che dovrà stabilizzare e poi collegare in serie al diodo una **resistenza**.

Se collegheremo il diodo zener direttamente alla tensione da stabilizzare senza nessuna **resistenza**, il diodo zener si **autodistruggerà** dopo pochi secondi di funzionamento.

Il valore di questa **resistenza** di caduta non va scelto a caso, ma calcolato in funzione della **tensione** che verrà applicata sul suo ingresso e della **corrente** che assorbe il circuito da alimentare.

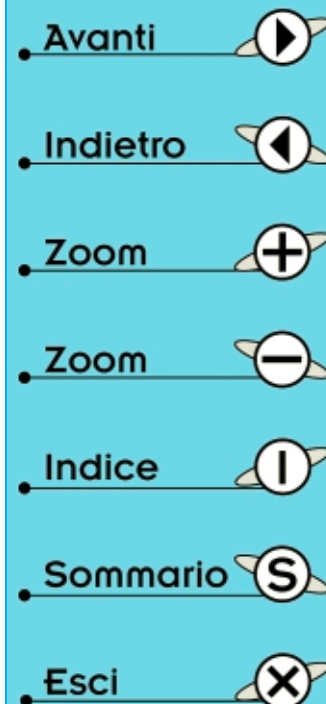
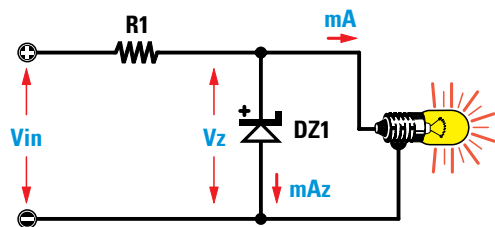



Fig.11 Per stabilizzare una tensione continua con un diodo zener occorre sempre applicare sul suo Catodo una resistenza di caduta che va calcolata in funzione della tensione che applicheremo sul suo ingresso (Vin) meno la tensione del diodo zener (Vz) il tutto diviso per la corrente che scorre nel diodo (mAz) più quella assorbita dal circuito (mA).

La formula per calcolare il valore **ohmico** di questa resistenza è molto semplice:

ohm = (Vin – Vz) : (mAz + mA) x 1.000

ohm = è il valore della **resistenza**;

Vin = è il valore della **tensione** che applicheremo sulla **resistenza** del diodo zener;

Vz = è il valore della tensione riportato sul corpo del diodo zener, cioè quello di stabilizzazione;

mAz = è il valore della **corrente** che è necessario far scorrere nel **diodo zener**;

mA = è il valore di **corrente** che assorbe il circuito da alimentare con la tensione **stabilizzata**;

1.000 = è un numero fisso che dovremo utilizzare perchè la corrente **mAz** e **mA** è espressa in **milliamper** anzichè in **amper**.

Il valore **mAz**, cioè la **corrente** che è necessario far scorrere nel diodo zener per poter stabilizzare una tensione, varia in funzione della sua potenza.

Per i diodi zener da **1/2 watt** potremo scegliere una corrente **massima** di **20 mA**.
In pratica si sceglie sempre una corrente inferiore, cioè **12-8-6 mA**.

Per i diodi zener da **1 watt** potremo scegliere una corrente **massima** di **30 mA**.
In pratica si sceglie sempre una corrente inferiore, cioè **20-15-8 mA**.

ESEMPI di CALCOLO

Esempio N.1 = Abbiamo una tensione di **14 volt** che vogliamo stabilizzare a **9 volt** per poter alimentare una radio. Sapendo che il circuito assorbe **10 mA**, desideriamo conoscere il valore della resistenza **R1** da applicare sul diodo zener (vedi fig.11).
Soluzione = Come prima operazione cercheremo un diodo zener da **9 volt** e, non trovandolo, ne useremo uno da **9,1 volt**. Ammesso di voler far scorrere in tale diodo una **corrente** di **14 mA** dovremo svolgere la formula:

ohm = [(Vin – Vz) : (mAz + mA)] x 1.000

Inserendo i dati in nostro possesso otterremo:

[(14 – 9,1) : (14 + 10)] x 1.000 = 204 ohm

Poichè questo valore ohmico non risulta reperibile, sceglieremo il valore **standard** più prossimo, vale a dire **180 ohm** o **220 ohm**.
Ammesso di scegliere **180 ohm**, se volessimo conoscere quale **corrente** scorre nel diodo **zener** potremo usare la formula:

mA totali = [(Vin – Vz) : ohm] x 1.000

quindi otterremo una corrente **totale** di:

[(14 – 9,1) : 180] x 1.000 = 27 milliamper

Poichè il circuito assorbe **10 mA**, nel diodo **zener** scorrerà una corrente di soli:

27 – 10 = 17 milliamper

Esempio N.2 = Abbiamo un circuito da alimentare con una tensione stabilizzata da **12 volt** e abbiamo a disposizione una tensione di **22 volt**.
Sapendo che il circuito che vogliamo alimentare assorbe una corrente di **18 mA**, desideriamo conoscere il valore in **ohm** della resistenza da applicare in serie al diodo zener (vedi fig.11).

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Soluzione = Ammesso di reperire un diodo zener da **12 volt 1 watt**, potremo far scorrere attraverso questo una **corrente** di circa **20 mA**.

Usando la formula che già conosciamo potremo calcolare il valore della **R1**:

[(22 – 12) : (20 + 18)] x 1.000 = 263 ohm

Poichè questo valore ohmico non risulta reperibile, sceglieremo il valore **standard** più prossimo, cioè **270 ohm**.

Ammesso di scegliere **270 ohm**, nella resistenza scorrerà una corrente **totale** di:

[(22 – 12) : 270] x 1.000 = 37 milliamper

Poichè il circuito assorbe **18 mA**, nel diodo zener scorrerà una corrente di soli:

37 – 18 = 19 milliamper

Per conoscere quale potenza dovrà avere la **resistenza** da applicare al diodo zener potremo usare questa formula:

watt = [ohm x (mAtot x mAtot)] : 1.000.000

Poichè la corrente **totale** è di **37 mA** dovremo usare una resistenza da:

[270 x (37 x 37)] : 1.000.000 = 0,37 watt

vale a dire una resistenza da **1/2 watt**, infatti **mezzo watt** corrisponde a **0,5 watt**.

GLI inconvenienti del DIODO ZENER

I diodi zener possono essere utilizzati per alimentare circuiti che assorbono correnti di **poche** decine di **milliamper**, inoltre, non bisogna dimenticare che, se **varia** la corrente di assorbimento, è necessario ogni volta ricalcolare il valore **ohmico** della resistenza **R1**.

Riducendo il valore **ohmico** della resistenza **non** potremo mai **scollegare** il circuito che alimentiamo, perchè la corrente che questo assorbe si riverserebbe tutta sul **diodo zener** mettendolo fuori uso dopo pochi secondi.

Occorre anche sapere che tutti i **diodi zener**, come qualsiasi altro componente elettronico, hanno una loro specifica **tolleranza**, quindi non meravigliatevi se un diodo zener dichiarato da **5,1 volt** stabilizza la tensione su un valore inferiore, cioè **4,8-4,9 volt**, oppure su un valore maggiore, cioè **5,2- 5,4 volt**.

È perciò da considerarsi normale che un diodo zener da **12 volt** stabilizzi una tensione su un valore di **11,4 volt** oppure di **12,6 volt**.

UN DIODO ZENER più un TRANSISTOR

Per alimentare circuiti che assorbono delle **correnti** superiori a **0,1 amper** conviene usare il circuito di fig.12, che utilizza un **diodo zener** più un **transistor** di potenza (vedi **TR1**).

Applicando un diodo zener sulla **B**ase di un transistor **NPN**, realizzeremo uno **stabilizzatore** di tensione in grado di alimentare qualsiasi circuito che assorba fino ad un massimo di **2 amper**.

È intuitivo che il transistor che dovremo usare in questo alimentatore deve essere il grado di sopportare una corrente **maggiore**.

Quindi se ci serve una corrente di **1 amper** dovremo scegliere un transistor in grado di erogare almeno **2 amper**.

Se dovesse servirci una corrente di **2 amper**, dovremmo scegliere un transistor in grado di erogare almeno **4 amper**.

La tensione che preleveremo sul terminale **E**mettitore risulterà sempre **inferiore** di circa **0,7 volt** rispetto al valore del **diodo zener**, perchè passando dalla **B**ase al terminale **E**mettitore del transistor si abbasserà di **0,7 volt**.

Quindi se sulla **B**ase del transistor applichiamo un diodo zener da **5,1 volt**, sul suo **E**mettitore preleveremo una tensione stabilizzata di soli:

5,1 – 0,7 = 4,4 volt

Se sulla **B**ase del transistor applichiamo un diodo zener da **12 volt**, dal suo **E**mettitore preleveremo una tensione stabilizzata di soli:

12 – 0,7 = 11,3 volt

PER aumentare l'USCITA di 0,7 VOLT

Per compensare la caduta di tensione del **transistor**, si dovrebbe applicare sulla **B**ase un diodo **zener** dotato di una tensione maggiore di **0,7 volt** rispetto a quella richiesta sull'uscita.

Poichè non troveremo mai un diodo zener da **9,7 volt** e nemmeno da **12,7 volt**, per poter aumenta-

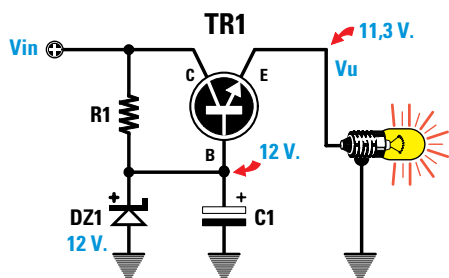



Fig.12 Per alimentare circuiti che assorbono correnti elevate conviene usare un transistor di potenza (TR1) e applicare il diodo zener sulla sua Base. Sull'uscita del transistor otterremo una tensione minore di 0,7 volt rispetto a quella fornita dal diodo zener.

re di **0,7 volt** la tensione stabilizzata dal **diodo zener** è sufficiente applicare in **serie** a questo un normale **diodo** al **silicio** (vedi fig.13).

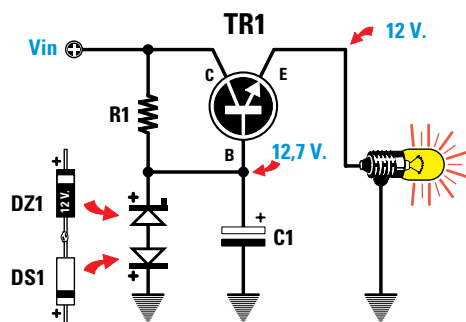
Come già saprete, tutti i diodi al **silicio** provocano una caduta di tensione di **0,7 volt**, quindi se colleghiamo un comune diodo in **serie** ad un diodo zener da **12 volt**, sulla **B**ase del transistor ci ritroveremo una tensione stabilizzata di:

12 + 0,7 = 12,7 volt

Collegando **due** normali diodi in **serie** ad un diodo **zener** da **12 volt**, sulla **B**ase del transistor ci ritroveremo una tensione stabilizzata di:

12 + 0,7 + 0,7 = 13,4 volt

IMPORTANTE

La **fascia bianca** che contorna il corpo del diodo **zener** va rivolta verso la resistenza **R1**, mentre la **fascia nera** che contorna il corpo del diodo al **silicio** va rivolta verso **massa** (vedi fig.13).

Se invertiremo la polarità di un solo diodo, sul terminale **E**mettitore preleveremo la stessa tensione che risulta applicata sul **C**ollettore.

IL VALORE della RESISTENZA R1

Per calcolare il valore della resistenza **R1** da utilizzare in questo alimentatore bisognerebbe conoscere l'**Hfe**, cioè il **guadagno** del transistor **TR1**.
Chi ha costruito il provatransistor **LX.5014** presentato nella Lezione **N.13**, riuscirà subito a ricavare il valore **Hfe** di qualsiasi transistor.

Ammesso che il transistor prescelto abbia una **Hfe** di **50**, potremo calcolare il valore della **corrente** che deve scorrere sulla sua **Base** con la formula:

mA Base = (amper max : Hfe) x 1.000

Infatti il transistor viene usato in questi alimentatori come **amplificatore** di **corrente**, quindi la sua **Hfe** influisce sulla **corrente** che si desidera prelevare dal suo **E**mettitore.
Se da questo alimentatore volessimo prelevare

Fig.13 Per compensare la caduta di tensione di 0,7 volt introdotta dal transistor TR1 potremo inserire in serie al diodo zener DZ1 un normale diodo raddrizzatore (vedi DS1). Il catodo del diodo zener va sempre rivolto verso la resistenza R1 e il catodo del diodo raddrizzatore verso massa.

una corrente di **1,5 amper**, sulla **B**ase del transistor **TR1** dovrebbe scorrere una corrente di:

(1,5 : 50) x 1.000 = 30 mA

Infatti la **corrente massima** che un transistor può erogare si calcola con la formula:

amper max = (mA Base x Hfe) : 1.000

Se il transistor utilizzato avesse una **Hfe** di **35** anzichè di **50**, non riusciremmo a prelevare più di:

(30 x 35) : 1.000 = 1 amper

Conoscendo la corrente di **B**ase, che indicheremo con la sigla **Ib** (vedi fig.12), potremo calcolare il valore della resistenza **R1** con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vu – 0,7) : (Ib + 8)] x 1.000

Vin = è il valore della tensione da applicare sul **C**ollettore del transistor **TR1** che, nel nostro esempio, è **18 volt**.

Vu = è il valore della tensione che vogliamo ottenere sull'**uscita** dell'alimentatore, cioè **12 volt**.

0,7 = è la caduta di tensione introdotta dal transistor di potenza **TR1**.

Ib = è la corrente che applichiamo sulla **B**ase del transistor **TR1** che abbiamo calcolato sui **30 mA**.

8 = è il valore della corrente che dovremo far scorrere nel **diodo zener**.

Inserendo questi dati nella formula che abbiamo poc'anzi riportato otterremo:

[(18 – 12 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 139 ohm

valore che potremo arrotondare a **120-150 ohm**.

Per ottenere in uscita una tensione di **12 volt** non dovremo utilizzare un diodo zener da **12 volt**, ma uno da **12,7 volt** per compensare la **caduta** di tensione di **0,7 volt** introdotta dal transistor.

Se utilizzassimo un diodo zener da **12 volt** preleveremmo dall'uscita una tensione di:

12 – 0,7 = 11,3 volt

Non trovando un diodo zener da **12,7 volt** potremmo usarne uno da **12 volt** applicando in serie un diodo al silicio come visibile in fig.13.

I VOLT sull'ingresso COLLETTORE

Sul terminale **C**ollettore del transistor stabilizzatore **TR1** occorre applicare una tensione **Vin** che risulti sempre **maggiore** di **1,4 volte** rispetto al valore di tensione che vogliamo prelevare dal suo terminale **E**mettitore.

Quindi se desideriamo ottenere in uscita una tensione **stabilizzata** di **9 volt**, dovremo applicare sul **C**ollettore una tensione che **non** risulti minore di:

9 x 1,4 = 12,6 volt

Per ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **24 volt**, dovremo applicare sul **C**ollettore una tensione che **non** risulti minore di:

24 x 1,4 = 33,6 volt

Per ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate di **9-12-18-24 volt**, dovremo applicare sul **C**ollettore una tensione di **35 volt**, poi utilizzare **4** diodi zener da **9,7-12,7-18,7-24,7 volt** (vedi fig.14) alimentati ognuno con una resistenza calcolata sempre con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vu – 0,7) : (Ib + 8)] x 1.000

quindi otterremo:

[(35 – 9 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 665 ohm

[(35 – 12 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 586 ohm

[(35 – 18 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 428 ohm

[(35 – 24 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 271 ohm

Poichè questi valori non sono **standard**, useremo delle resistenze da **680 - 560 - 390 - 270 ohm**.

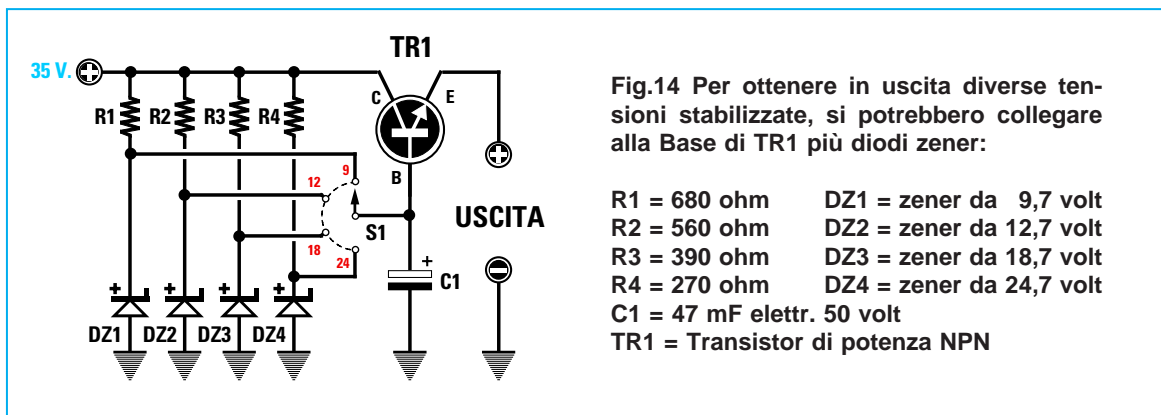
Dobbiamo far presente che **maggiore** è la differenza tra la tensione **Vin** applicata sul **C**ollettore e la **Vu** che preleveremo sull'**E**mettitore, più il transistor si **scalderà**, quindi, per evitare che il suo piccolo **chip interno** si fonda, dovremo applicare sul suo corpo un'**aletta** di **raffreddamento** per dissipare il calore generato (vedi fig.15).

Ammesso di aver scelto un transistor di potenza e di trovare nelle sue caratteristiche questi dati:

max potenza dissipabile = 60 watt
max corrente = 3 amper

non potremo mai fargli dissipare **60 watt**, perchè questa **potenza** viene dissipata dal transistor solo se la temperatura del suo corpo non supera i **25°**.

Fig.14 Per ottenere in uscita diverse tensioni stabilizzate, si potrebbero collegare alla Base di TR1 più diodi zener:

R1 = 680 ohm **DZ1 = zener da 9,7 volt**
R2 = 560 ohm **DZ2 = zener da 12,7 volt**
R3 = 390 ohm **DZ3 = zener da 18,7 volt**
R4 = 270 ohm **DZ4 = zener da 24,7 volt**
C1 = 47 mF elettr. 50 volt
TR1 = Transistor di potenza NPN

Poichè la temperatura del corpo raggiunge sempre dei valori di **40-50°**, dovremo ridurre di circa **1/3** la potenza massima dissipabile, quindi i nostri **60 watt** diventeranno solo **20 watt**.

Pertanto se applichiamo sul **C**ollettore una tensione continua di **35 volt** e questa tensione la stabilizziamo sui **24 volt**, la differenza tra la tensione **Vin** applicata sull'ingresso e la **Vu** prelevata in uscita moltiplicata per gli **amper** verrà tutta dissipata in **watt calore**, come è possibile calcolare con questa semplice formula:

watt calore = (Vin – Vu) x amper

Vin = è la tensione applicata sul **C**ollettore;

Vu = è la tensione prelevata sull'**E**mettitore;

amper = è la corrente prelevata sull'uscita.

Con una **Vin** di **35 volt**, una **Vu** di **24 volt** ed una corrente di assorbimento di **1,5 amper**, il transistor **TR1** dissiperà in **calore**:

(35 – 24) x 1,5 = 16,5 watt

Se stabilizziamo la tensione d'uscita sui **9 volt** e alimentiamo un circuito che assorbe **1,5 amper**, il transistor **TR1** dissiperà in **calore** una potenza di:

(35 – 9) x 1,5 = 39 watt

Per non far dissipare al transistor **TR1** più di **20 watt** dovremo ridurre la corrente di assorbimento e per sapere quanti **amper max** possono essere prelevati, potremo usare questa formula:

amper = watt : (Vin – Vu)

Quindi se in uscita preleviamo **9 volt**, per non far dissipare al transistor **TR1** più di **20 watt**, dovremo prelevare una corrente **massima** di:

20 : (35 – 9) = 0,76 amper

Come avrete notato, più si abbassa la tensione stabilizzata che vogliamo prelevare sull'uscita, più dovremo **ridurre** la **corrente** di assorbimento.

Anche con **bassi** assorbimenti, dovremo **sempre** e comunque applicare sul transistor un'**aletta** di **raf-**

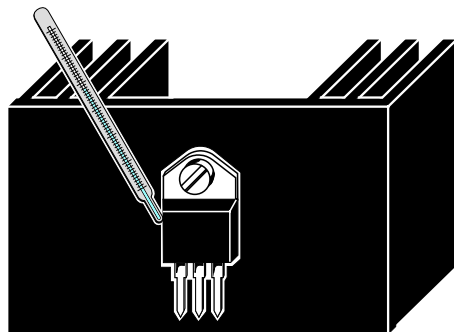



Fig.15 Il corpo del transistor TR1 va sempre applicato su un'aletta di raffreddamento per dissipare velocemente il calore generato. Più alta è la tensione che applicheremo sul Collettore e più elevata è la corrente che preleveremo dal suo Emettitore, più il transistor si scalderà.

freddamento (vedi fig.15) per disperdere velocemente il **calore** generato dal suo corpo.

RENDERE più STABILE la tensione D'USCITA

Anche se il circuito composto da un transistor e da un diodo zener (vedi fig.12) ci permette di ottenere in uscita delle tensioni **stabili**, noteremo che variando la **corrente** di assorbimento, varierà leggermente il valore della **tensione**.

Per avere un alimentatore che fornisca in uscita una tensione **molto stabile** che non vari al variare della **corrente** di assorbimento, dovremo aggiungere un secondo **transistor** (vedi il transistor **TR2** in fig.16), che provveda a correggere automaticamente le più piccole variazioni di tensione.

Questo transistor di piccola potenza aggiunto funziona da **amplificatore** di **errore**.

In pratica il transistor **TR2** compara la tensione prelevata sull'uscita di **TR1** tramite le due resistenze **R3-R4**, con quella del **diodo zener** applicato sul suo terminale **E**mettitore.

Se la tensione in uscita **aumenta**, il transistor **TR2** provvede ad **abbassare** la tensione sulla **B**ase del transistor **TR1** quanto basta per riportarla sul valore richiesto.

Se la tensione in uscita **diminuisce**, il transistor **TR2** provvede ad **aumentare** la tensione sulla **B**ase di **TR1** quanto basta per riportarla sul valore richiesto.

In questo circuito sono molto **critici** i valori delle due resistenze **R3-R4**.

CALCOLI per la PROGETTAZIONE

Ora vi indichiamo quali calcoli eseguire per realizzare un alimentatore stabilizzato in grado di erogare in uscita **12 volt - 1,5 amper**.

Prima di proseguire dovete ricordare che:

- Il **diodo zener** deve essere scelto con un valore di tensione pari a circa **1/3** del valore della tensione **stabilizzata** che si desidera ottenere in uscita.

Quindi per ottenere in uscita una tensione di **12 volt** dovremo scegliere un diodo zener da:

12 : 3 = 4 volt

Non trovando questo valore potremo tranquillamente utilizzare un diodo da **4,3** o **4,7 volt**.

- Nel **diodo zener** dovremo far scorrere una **corrente** compresa tra **5-7 milliamper**.

- La tensione **Vin** da applicare sul **C**ollettore del transistor di potenza **TR1** deve essere **maggiore** di **1,4 volte** rispetto ai **volt** che vogliamo ottenere **stabilizzati**, quindi ci occorre una tensione di:

12 x 1,4 = 16,8 Vin minimi

Dovremo pertanto utilizzare una **Vin** che non risulti minore di **16,8 volt** e per far ciò potremo scegliere tensioni di **18 volt**, ma anche di **22-30-36 volt**.

Ammesso di avere disponibile una tensione di **18 volt** e di avere scelto un diodo **zener** da **4,3 volt**, potremo subito calcolare il valore della **R1**.

CALCOLO della resistenza R1

Dovendo far scorrere nel diodo zener una corrente compresa tra **5** e **7 milliamper**, prenderemo un valore medio, cioè **6 milliamper**, poi calcoleremo il valore della **R1** con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

Vin = è il valore della **tensione** che viene applicata sul **C**ollettore del transistor **TR1** che, nel nostro esempio, è di **18 volt**;

Vz = è il valore del diodo **zener**, cioè **4,3 volt**;

mA = è la corrente che vogliamo far scorrere nel diodo **zener**, cioè **6 milliamper**.

Inserendo questi valori nella formula otterremo:

[(18 – 4,3) : 6] x 1.000 = 2.283 ohm

Poichè questo valore non è **standard** sceglieremo il valore più prossimo, cioè **2.200 ohm**.

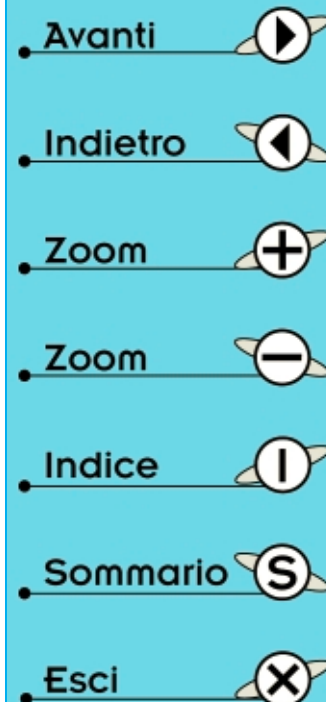
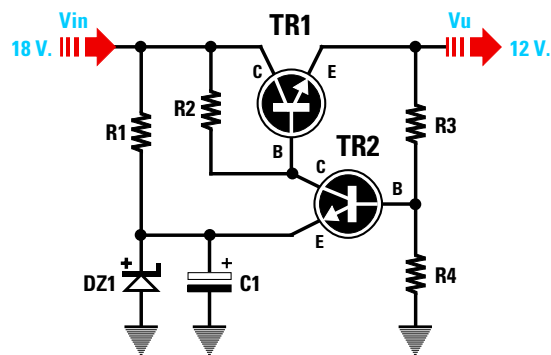
Per conoscere quale **corrente** scorre nel diodo **zener** con una resistenza da **2.200 ohm** anzichè da **2.283 ohm** potremo usare questa formula:

mA = [(Vin – Vz) : ohm] x 1.000

quindi nel diodo zener scorrerà una corrente di:

[(18 – 4,3) : 2.200] x 1.000 = 6,22 milliamper

CALCOLO della resistenza R2

Per calcolare il valore della resistenza **R2** bisogna conoscere l'**Hfe** del transistor **TR1**.

Valori per una tensione d'ingresso Vin di 18 volt, per una tensione d'uscita Vu di 12 volt e per una corrente max di 1,5 amper:

R1 = 2.200 ohm
R2 = 120 ohm
R3 = 7.000 ohm
R4 = 5.000 ohm
DZ1 = diodo zener da 4,3 volt
C1 = elettrolitico da 10 microfarad
TR1 = transistor NPN di potenza
TR2 = transistor NPN di bassa potenza

Fig.16 Per rendere più stabile la tensione che preleveremo sull'uscita di TR1 occorre pilotare la sua Base con un secondo transistor (vedi TR2). Questo transistor controllerà il valore di tensione presente sulla giunzione R3-R4 con quello fornito dal diodo zener DZ1. Se la tensione d'uscita aumenta, il transistor TR2 farà condurre di meno TR1, se la tensione diminuisce, il transistor TR2 farà condurre di più il transistor TR1.

Facciamo presente che tutti i transistor di **potenza** hanno una **Hfe** che si aggira intorno ai **30-40**, mentre i transistor di **media potenza** hanno una **Hfe** che si aggira intorno ai **40-50**.
Ammesso che il transistor prescelto abbia una **Hfe** di **35**, potremo calcolare il valore della **corrente** di **Base** con la formula:

mA Base = (amper max : Hfe) x 1.000

Poichè in uscita vogliamo prelevare una corrente di **1,5 amper**, dovremo far scorrere sulla **B**ase di **TR1** una corrente di:

(1,5 : 35) x 1.000 = 42,85 mA

valore che arrotonderemo a **43 mA**.

Conoscendo la corrente di **B**ase, che indicheremo con la sigla **Ib,** potremo calcolare il valore della resistenza **R2** con la formula:

ohm R2 = [(Vin – Vu – 0,7) : (Ib + 3,11)] x 1.000

Vin = è il valore della tensione da applicare sul **C**ollettore di **TR1** che, nel nostro esempio, è **18 volt**;

Vu = è il valore della tensione che vogliamo ottenere sull'**uscita** dell'alimentatore, cioè **12 volt**;

0,7 = è la caduta di tensione introdotta dal transistor di potenza **TR1**;

Ib = è la corrente che applichiamo sulla **B**ase del transistor **TR1** che abbiamo calcolato sui **43 mA**;

3,11 = è il valore della corrente che scorre nel **diodo zener** diviso per **2**, infatti, sapendo che nel diodo scorre una corrente di **6,22 mA**, dividendo questo numero per **2** otterremo **3,11 mA**.

Inserendo questi dati nella formula che abbiamo precedentemente riportata otterremo:

[(18 – 12 – 0,7) : (43 + 3,11)] x 1.000 = 114 ohm

valore che arrotonderemo a **120 ohm**.

CALCOLO della resistenza R4

Per calcolare il valore della resistenza **R4** da collegare tra la **B**ase del transistor **TR2** e la **massa** useremo questa formula:

ohm R4 = [(Vz + 0,7) : mA] x 1.000

Poichè nella resistenza **R4** faremo scorrere una corrente di **1 milliamper**, avendo utilizzato un diodo zener da **4,3 volt** dovremo scegliere per la **R4** una resistenza da:

[(4,3 + 0,7) : 1] x 1.000 = 5.000 ohm

CALCOLO della resistenza R3

Per calcolare il valore della resistenza **R3** da collegare tra l'**E**mettitore del transistor **TR1** e la **B**ase del transistor **TR2** useremo questa formula:

ohm R3 = [Vu : (Vz + 0,7)] – 1 x R4

come prima operazione eseguiremo:

[12 : (4,3 + 0,7)] = 2,4

a questo numero sottrarremo **1**, poi moltiplicheremo il risultato per il valore di **R4**:

(2,4 – 1) x 5.000 = 7.000 ohm

Chi tentasse di realizzare questo alimentatore si accorgerebbe che **scollegando** dall'uscita il **carico**, dopo pochi minuti, il transistor **TR2** e il **diodo zener** vanno in "fumo" perchè il valore della resistenza **R2** di soli **120 ohm** fa scorrere attraverso questi due componenti delle correnti elevate.
Per evitare tale inconveniente sarebbe necessario un transistor di **potenza** con una elevata **Hfe**, ma poichè **non** esiste, per aumentare il **guadagno** dello stadio finale di potenza sarà sufficiente collegare alla **B**ase del transistor **TR1** un transistor di **media potenza**.

ALIMENTATORE con finale DARLINGTON

Collegando due transistor come visibile in fig.17 otterremo un circuito chiamato **amplificatore Darlington** che presenta un elevato **guadagno**.
Ammesso che il transistor di **potenza** siglato **TR1** abbia una **Hfe** di **30** e il transistor di **media potenza** siglato **TR3** una **Hfe** di **40**, otterremo uno stadio finale con una **Hfe totale** pari a:

Hfe totale = 30 x 40 = 1.200

Detto questo, andiamo ora a verificare quali valori di resistenza **R1-R2-R3-R4** dovremo utilizzare per realizzare un alimentatore stabilizzato identico, in grado di erogare **12 volt - 1,5 amper**.

Come per il circuito precedente, applicheremo sul **C**ollettore del transistor **TR1** una tensione **Vin** di **18 volt** e sceglieremo un **diodo zener** da **4,3 volt**.

CALCOLO della resistenza R1

Dovendo far scorrere nel **diodo zener** una corrente compresa tra **5-7 milliamper** prenderemo un valore medio di **6 milliamper**, poi calcoleremo il valore della **R1** con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

Vin = è il valore della **tensione** che viene applicata sul **C**ollettore del transistor **TR1**, che nel nostro esempio sappiamo è di **18 volt**;

Vz = è il valore del diodo **zener**, cioè **4,3 volt**;

mA = è la corrente che vogliamo far scorrere nel diodo **zener**, cioè **6 milliamper**.

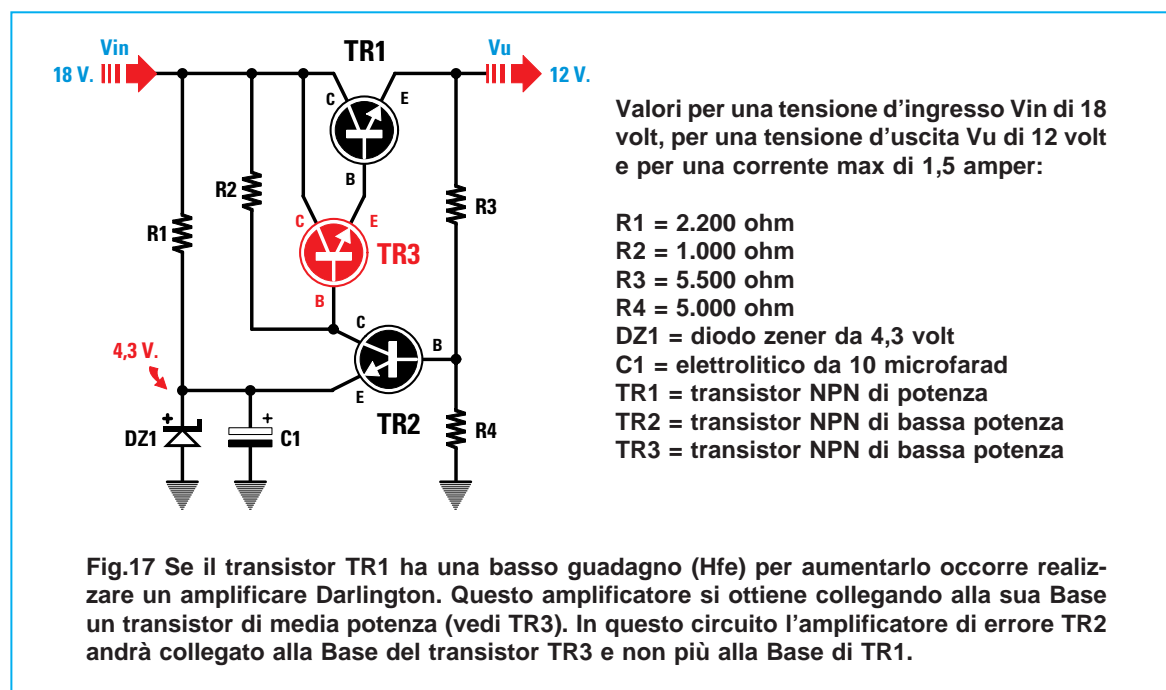
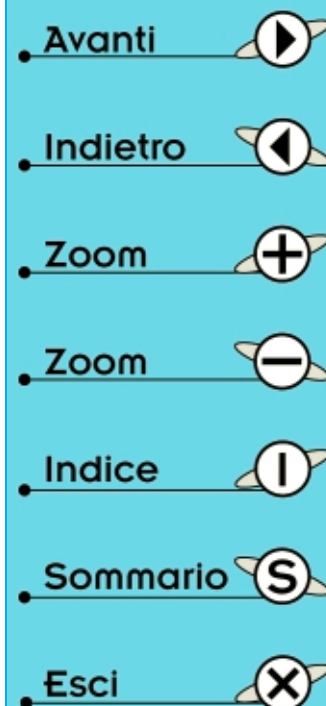
Inserendo questi valori nella formula otterremo:

[(18 – 4,3) : 6] x 1.000 = 2.283 ohm

Poichè questo valore non è **standard** sceglieremo una resistenza da **2.200 ohm**.

Valori per una tensione d'ingresso Vin di 18 volt, per una tensione d'uscita Vu di 12 volt e per una corrente max di 1,5 amper:

R1 = 2.200 ohm
R2 = 1.000 ohm
R3 = 5.500 ohm
R4 = 5.000 ohm
DZ1 = diodo zener da 4,3 volt
C1 = elettrolitico da 10 microfarad
TR1 = transistor NPN di potenza
TR2 = transistor NPN di bassa potenza
TR3 = transistor NPN di bassa potenza

Fig.17 Se il transistor TR1 ha una basso guadagno (Hfe) per aumentarlo occorre realizzare un amplificare Darlington. Questo amplificatore si ottiene collegando alla sua Base un transistor di media potenza (vedi TR3). In questo circuito l'amplificatore di errore TR2 andrà collegato alla Base del transistor TR3 e non più alla Base di TR1.

CALCOLO della resistenza R2

Per calcolare il valore della resistenza **R2** dovremo prendere il valore della **Hfe totale** che, come abbiamo poc'anzi calcolato, è pari a **1.200**.
A questo punto potremo calcolare il valore della **corrente** che deve scorrere sulla **Base** del transistor di **media** potenza **TR3**, usando la formula:

mA Base TR3 = (amper max : Hfe tot) x 1.000

Poichè in uscita vogliamo prelevare una corrente di **1,5 amper** dovremo far scorrere sulla **Base** di **TR3** una corrente di:

(1,5 : 1.200) x 1.000 = 1,25 mA

valore che potremo arrotondare a **1,3 mA**.

Conoscendo la corrente di **B**ase, che indicheremo con la sigla **Ib**, da applicare a questo amplificatore **Darlington**, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** con la formula:

ohm R2 = [(Vin – Vu – 1,4) : (Ib + 3,11)] x 1.000

Vin = è il valore della tensione da applicare sul **C**ollettore di **TR1** che, nel nostro esempio, è **18 volt**;

Vu = è il valore della tensione che vogliamo ottenere sull'**uscita** dell'alimentatore, cioè **12 volt**;

1,4 = è la caduta di tensione introdotta dai due transistor **TR3-TR1** collegati in **Darlington**;

Ib = è la corrente che applichiamo sulla **B**ase del transistor **TR3** che abbiamo calcolato su **1,3 mA**;

3,11 = è il valore della corrente che scorre nel **diodo zener** diviso per **2**, infatti, sapendo che nel diodo scorre una corrente di **6,22 mA**, dividendo questo numero per **2** otterremo **3,11 mA**.

Inserendo questi dati nella nostra formula otterremo un valore di:

[(18 – 12 – 1,4):(1,3 + 3,11)] x 1.000 = 1.043 ohm

valore che arrotonderemo a **1.000 ohm**.

Come noterete, il valore della **R2** del circuito di fig.16 era di **120 ohm** e in questo amplificatore **Darlington** di fig.17 è di **1.000 ohm**.

CALCOLO della resistenza R4

Per calcolare il valore della resistenza **R4** da collegare tra la **B**ase del transistor **TR2** e la **massa** useremo questa formula:

ohm R4 = [(Vz + 0,7) : mA] x 1.000

Avendo utilizzato un diodo zener da **4,3 volt**, il valore della resistenza **R4** sarà pari a:

[(4,3 + 0,7) : 1] x 1.000 = 5.000 ohm

CALCOLO della resistenza R3

Per calcolare il valore della resistenza **R3** da collegare tra la **B**ase del transistor **TR2** e l'**E**mettitore del transistor **TR1** useremo questa formula:

ohm R3 = [Vu : (Vz + 1,4)] – 1 x R4

Come prima operazione eseguiremo:

[12 : (4,3 + 1,4)] = 2,1

a questo numero sottrarremo **1**, poi moltiplicheremo il risultato per il valore di **R4**:

(2,1 – 1) x 5.000 = 5.500 ohm

I VALORI delle resistenze R4-R3

A differenza delle altre resistenze, non è possibile arrotondare i valori di **R4-R3**, perchè modificheremmo il valore della tensione sull'uscita.

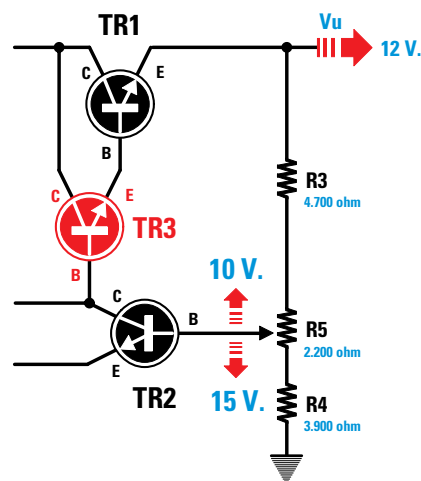



Fig.18 Poichè i valori di R3-R4 di fig.17 non sono standard, per ottenere in uscita 12 volt è consigliabile inserire tra queste due resistenze un trimmer da 2.200 ohm, poi abbassare il valore di R3 a 4.700 ohm e quello della R4 a 3.900 ohm.

Per ottenere in uscita un’esatta tensione di **12 volt**, dovremo scegliere per **R3-R4** due resistenze standard di valore **inferiore** al richiesto, poi collegare in **serie** tra le due resistenze un trimmer da **2.200 ohm** come è possibile vedere in fig.18.

Se per la **R3** sceglieremo un valore di **4.700 ohm** e per la **R4** un valore di **3.900 ohm**, ruotando il **cursore** del trimmer otterremo quanto segue:

- Ruotando il **cursore** del trimmer verso la resistenza **R4**, la tensione in uscita **aumenterà** fino a raggiungere un valore massimo di **15 volt**.

- Ruotando il **cursore** del trimmer verso la resistenza **R3**, la tensione in uscita **diminuirà** fino a raggiungere un valore minimo di **10 volt**.

Il cursore del trimmer **R5** andrà ruotato fino ad ottenere in uscita una tensione di **12 volt**.

UN OPERAZIONALE in sostituzione di TR2

Lo schema di fig.17 può essere ulteriormente migliorato se in sostituzione del transistor **TR2** utilizzeremo un amplificatore **operazionale**.
In fig.19 questo **operazionale** siglato **IC1** è raffigurato con il simbolo a forma di **triangolo**.

Utilizzando un operazionale non dovremo più inserire nella **B**ase del transistor **TR3** la resistenza **R2**, quindi lo schema risulterà molto più semplice.

Anche in questo schema il **diodo zener** andrà scelto con un valore di tensione pari all’incirca ad **1/3** del valore della tensione stabilizzata che vogliamo ottenere in uscita.
Quindi per ottenere in uscita una tensione di **12 volt**, dovremo scegliere un diodo zener da:

12 : 3 = 4 volt

Poichè sappiamo che questo valore non risulta reperibile, sceglieremo un diodo da **4,3** o **4,7 volt**.

Come per gli schemi precedenti, nel **diodo zener** dovremo far scorrere una **corrente** di **6 mA**.

CALCOLO della resistenza R1

Per calcolare il valore di **R1** useremo la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

Vin = è il valore della **tensione** che viene applicata sul **C**ollettore del transistor **TR1** che, nel nostro esempio, è di **18 volt**;

Vz = è il valore del diodo **zener**, cioè **4,3 volt**;

mA = è la corrente che vogliamo far scorrere nel diodo **zener**, cioè **6 milliamper**.

Inserendo questi valori nella formula otterremo:

[(18 – 4,3) : 6] x 1.000 = 2.283 ohm

Poichè questo valore non è **standard**, sceglieremo una resistenza da **2.200 ohm**.

CALCOLO della resistenza R4

Per calcolare il valore della resistenza **R4** useremo questa nuova formula:

ohm R4 = (Vz : mA) x 1.000

Poichè nel diodo zener da **4,3 volt** faremo sempre scorrere **1 milliamper**, il valore della resistenza **R4** sarà pari a:

(4,3 : 1) x 1.000 = 4.300 ohm

CALCOLO della resistenza R3

Per calcolare il valore della resistenza **R3** in un circuito stabilizzatore che utilizza un **operazionale** dovremo usare questa formula:

ohm R3 = [(Vu : Vz) – 1] x R4

Per eseguire questa operazione faremo:

12 : 4,3 = 2,79

a questo numero sottrarremo **1**, poi moltiplicheremo il risultato per il valore di **R4**:

(2,79 – 1) x 4.300 = 7.697 ohm

I VALORI delle resistenze R4-R3

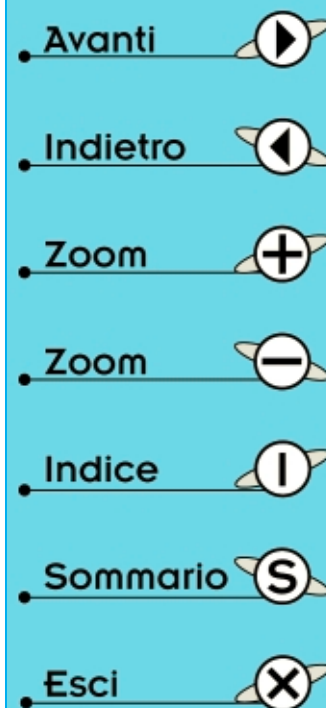
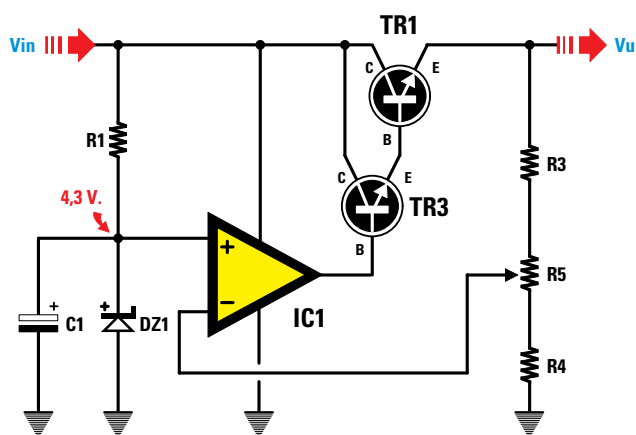
Poichè la tensione che si preleva sull’uscita si deve calcolare con la formula:

volt uscita = [(R3 : R4) +1] x Vz

e i valori di queste due resistenze **R4-R3** non sono **standard**, se tentassimo di arrotondarli andremmo a modificare la tensione d’uscita.

Se tentassimo di utilizzare per la resistenza **R3** un valore standard di **6.800 ohm** e per la **R4** un valore standard di **4.700 ohm**, in uscita otterremmo una tensione di:

[(6.800 : 4.700) + 1] x 4,3 = 10,52 volt

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Sommario

Valori per una tensione di ingresso Vin di 18 volt, per una tensione d'uscita Vu di 12 volt e per una corrente max di 1,5 A.:

R1 = 2.200 ohm
R3 = 6.800 ohm
R4 = 3.900 ohm
R5 = trimmer da 2.200 ohm
DZ1 = diodo zener da 4,3 volt
C1 = elettrolitico da 10 mF
TR1 = transistor di potenza
TR3 = transistor bassa potenza
IC1 = operazionale uA.741

Fig.19 L'amplificatore di errore TR2 (vedi fig.17) può essere sostituito con un amplificatore operazionale (vedi simbolo indicato IC1). Usando un operazionale non serve più la resistenza R2. Nell'articolo troverete tutte le formule da utilizzare per calcolare il valore delle resistenze da inserire nello schema elettrico qui sopra riprodotto.

Per ottenere un'esatta tensione di **12 volt** dovremo utilizzare per **R3** un valore di **6.800 ohm** e per la **R4** un valore di **3.900 ohm**, poi collegare in **serie** tra le due resistenze un trimmer da **2.200 ohm** come appare evidenziato in fig.19.
Il cursore del trimmer **R5** andrà ruotato fino ad ottenere in uscita un'esatta tensione di **12 volt**.

L'AMPLIFICATORE OPERAZIONALE

L'amplificatore operazionale **IC1** da utilizzare in questi alimentatori può essere un **LS.141** oppure un **uA.741** o un **TL.081** (vedi fig.20).
Poichè vi presenteremo questi amplificatori operazionali in una **prossima** Lezione, per il momento ci limitiamo a dirvi che i due terminali indicati con i simboli **+** e **–** non sono da collegare al **positivo** o al **negativo** di alimentazione come si potrebbe supporre: infatti, sono due **simboli** che servono solo per indicare come varia la tensione sull'**uscita** dell'operazionale applicando sul terminale **+** una tensione maggiore o minore rispetto a quella presente sul terminale **–**.

LA PROTEZIONE dai CORTOCIRCUITI

Se inavvertitamente **cortocircuiteremo** i due fili d'**uscita** di un alimentatore stabilizzato, il transistor di potenza **TR1** si autodistruggerà in pochi secondi.

Per non correre questo rischio occorre inserire un circuito di **protezione** composto da un piccolo transistor **NPN** (vedi in fig.21 il transistor **TR4**).

Come potete vedere, i due terminali **B**ase e **E**mettitore di questo transistor sono collegati ai due estremi della resistenza **R6**.

In condizioni di normale funzionamento, è come se questo transistor **TR4 non** fosse presente.
Se inavvertitamente venissero **cortocircuitati** i fili d'uscita, ai capi della resistenza **R6** ci ritroverem-

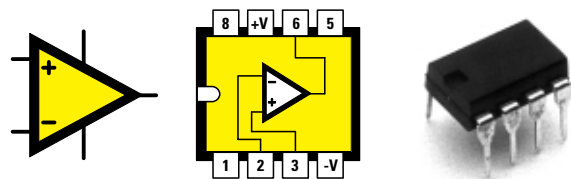



Fig.20 Simbolo grafico degli operazionali uA.741 - LS.141 e TL.081 e connessioni sul loro zoccolo viste da sopra. Sulla sinistra del corpo è riportata la tacca di riferimento a forma di U che ci serve per non invertire l'integrato quando lo inseriremo nel suo piccolo zoccolo.

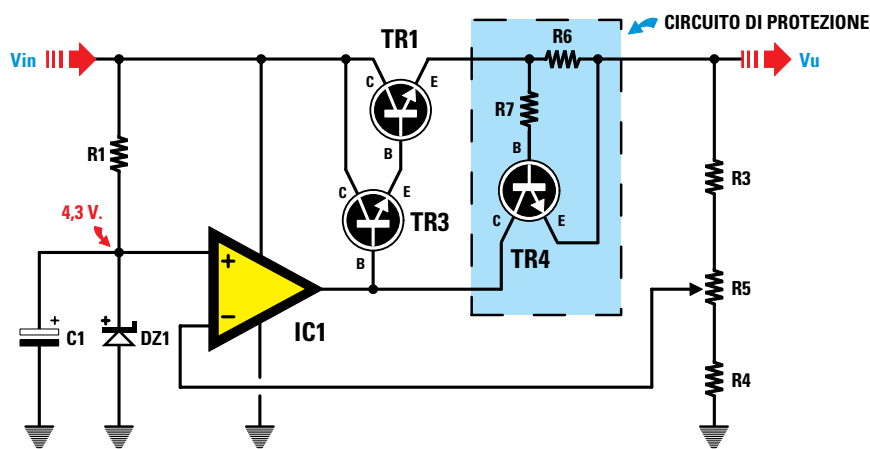



Fig.21 Per proteggere il transistor di potenza TR1 da cortocircuiti esterni dovremo collegare agli estremi della resistenza a filo R6 un piccolo transistor NPN (vedi TR4). Se sull'uscita non è presente nessun cortocircuito, il transistor TR4 non esegue alcuna funzione. Quando all'esterno dell'alimentatore si verifica un cortocircuito, il transistor TR4 inizia a condurre e istantaneamente toglie la tensione di polarità sulla Base del transistor TR3 e di conseguenza dall'uscita di TR1 non fuoriuscirà nessuna tensione.
In questo schema, la resistenza R6 è da 0,47 ohm 2-3 watt e la resistenza R7 da 1.000 ohm 1/4 di watt. Per tutti gli altri componenti vedere lo schema riportato in fig.19.

mo una tensione più **positiva** sulla **B**ase rispetto a quella presente sull'**E**mettitore.
In queste condizioni il transistor **TR4** inizierà a condurre cortocircuitando a **massa** la **B**ase del transistor **TR3**, che pilota il finale di potenza **TR1**.
Con **0 volt** sulla **B**ase di **TR3**, il transistor **TR1** non potrà più condurre, quindi dalla sua uscita non uscirà **nessuna** tensione.
Il valore della resistenza **R6** è molto critico, perchè in funzione della **corrente** che scorre ai suoi capi, otterremo una **tensione** più che sufficiente a portare in conduzione il transistor **TR4**.

Per calcolare il valore di questa resistenza potremo usare la formula:

ohm R6 = 0,7 : amper

Nota = **0,7** è la tensione necessaria alla **B**ase del transistor **TR1** per portarsi in conduzione.
Se abbiamo realizzato un alimentatore in grado di erogare una corrente **massima** di **1,5 amper**, dovremo calcolare il valore della **R6** per una corrente leggermente **maggiore**.
Se sceglieremo una **corrente** di **1,6 amper** dovremo utilizzare una resistenza da:

0,7 : 1,6 = 0,437 ohm

Questa resistenza dovrà risultare a **filo** e per conoscere di quanti **watt minimi** la dovremo scegliere potremo utilizzare la formula:

watt = (amper x amper) x R6 in ohm

quindi per una corrente di **1,6 amper** ci occorre una resistenza da:

(1,6 x 1,6) x 0,437 = 1,11 watt

Pertanto dovremo scegliere una resistenza di **wattaggio** maggiore, vale a dire **2** o **3 watt**.
Poichè **0,437** ohm non è un valore **standard**, se utilizzeremo una resistenza da **0,47 ohm**, il circuito entrerà in protezione con una corrente di:

0,7 : 0,47 = 1,48 amper

Se utilizzeremo una resistenza da **0,39 ohm**, il circuito entrerà in protezione solo quando supereremo una corrente di:

0,7 : 0,39 = 1,79 amper

Nella prossima Lezione vi presenteremo altri nuovi ed interessanti schemi, quindi se volete diventare dei veri **esperti** di alimentatori dovete solo seguirci.

Fig.22 Come si presenta l'alimentatore variabile LX.5029 da 2 amper.

ALIMENTATORE VARIABILE da 5 a 22 VOLT 2 AMPER

Anche se al termine di questa Lezione sarete già in grado di progettare un qualsiasi alimentatore stabilizzato, passando dalla teoria alla **pratica** potreste trovarvi di fronte a dei **piccoli** inconvenienti che non saprete come risolvere.

Se, ad esempio, vi dicessimo di realizzare un valido alimentatore in grado di fornire in uscita una tensione **stabilizzata** regolabile da **5 volt** a **22 volt** con una corrente di **2 amper**, optereste sicuramente per lo schema di fig.21.
In fig.23 vi proponiamo lo stesso alimentatore per farvi vedere come, passando dalla teoria alla pratica, siano in realtà necessari più componenti di quelli presenti nello schema di fig.21.

Iniziamo a descrivere questo circuito dal **secondario** del trasformatore **T1** in grado di fornire in uscita una tensione **alternata** di **21 volt** ed una **corrente** di **2,5 amper**.
Raddrizzando questa tensione alternata con il **ponte** raddrizzatore **RS1** e livellandola con il condensatore elettrolitico **C1** otterremo una tensione **continua** che raggiungerà un valore di:

(21 – 1,4) x 1,41 = 27,63 volt circa

Abbiamo precisato **27,63 volt circa** perchè occorre sempre tenere presente che la tensione di rete dei **220 volt** non è mai **stabile**, quindi è normale ritrovarsi in uscita una tensione che può variare da **27 volt** a **28,2 volt**.

Poichè in uscita desideriamo prelevare una tensione stabilizzata massima di **22 volt** - **2 amper**, dovremo utilizzare per **C1** un elettrolitico che abbia una capacità minima di:

20.000 : (22 : 2) = 1.818 microfarad

Poichè questo valore non è **standard**, useremo una capacità **maggiore**, cioè **2.200 microfarad**.

In parallelo a questo condensatore troviamo inserito un condensatore poliestere da **100.000 picofarad**, pari a **0,1 microfarad** (vedi **C2**) e probabilmente vi chiederete quale differenza possa sussistere tra una capacità di **2.200 mF** ed una di **2.200,1 mF**.

Questo condensatore poliestere da **0,1 mF** non serve per livellare la tensione pulsante, ma solo per **scaricare** velocemente a **massa** tutti quegli impulsi **spuri** presenti nella tensione di rete dei **220 volt** che, passando attraverso il trasformatore **T1**, potrebbero giungere sul **C**ollettore del transistor **TR2** con dei picchi di tensione **così elevati** da metterlo in breve tempo fuori uso.

Avendo a disposizione una tensione **continua** di circa **27,6 volt**, per calcolare il valore della resistenza **R2** da collegare al diodo zener **DZ1** da **4,3 volt** affinchè assorba una corrente non inferiore a **6 mA** useremo la formula che già conosciamo:

ohm R2 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

quindi il valore della **R2** sarà di:

[(27,6 – 4,3) : 6] x 1.000 = 3.883 ohm

Poichè questo valore **non** è standard si ripiegherà su quello più prossimo, cioè **3.900 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

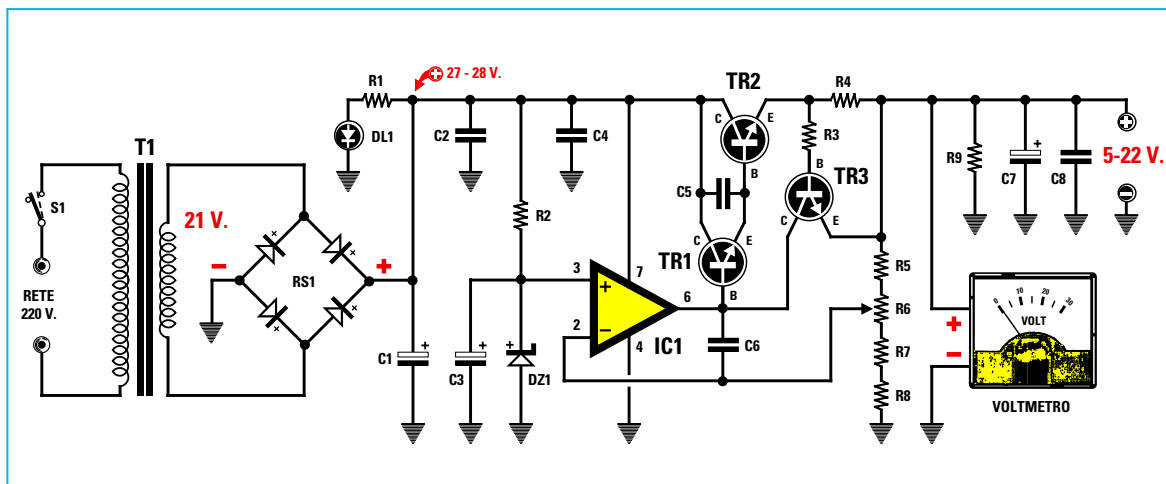



Fig.23 Schema elettrico dell'alimentatore da 2 amper in grado di fornire in uscita una tensione variabile che, partendo da un valore minimo di 5 volt, potrà arrivare fino ad un valore massimo di 22 volt. Questo alimentatore è protetto contro i cortocircuiti.

Tenendo però presente che tutte le resistenze hanno una tolleranza e che, pertanto, la **R2** anzichè da **3.900 ohm** potrebbe risultare in pratica da **4.000 ohm** e che la tensione di rete da **220 volt** potrebbe abbassarsi a **210 volt**, se vogliamo far scorrere nel diodo zener una corrente non inferiore a **6 mA**, ci conviene utilizzare una resistenza del valore di **3.300 ohm**.

Con questo valore, nel diodo zener scorrerà una corrente che potremo calcolare con la formula:

mA = [(Vin - Vz) : ohm] x 1.000

quindi nel diodo zener scorrerà una corrente di:

[(27,6 - 4,3) : 3.300] x 1.000 = 7 mA

pertanto, anche se dovesse **abbassarsi** la tensione di rete non scenderemmo mai sotto i **6 mA**.

Passando al transistor di potenza **TR2**, è possibile notare che tra il suo **C**ollettore e la sua **B**ase risulta inserito un condensatore da **3.300 picofarad** (vedi **C5**) e anche a proposito di tale componente vi chiederete a cosa serve.

Poichè tutti gli amplificatori **Darlington** hanno degli elevati **guadagni**, potrebbero **autoscillare** generando delle **frequenze** ultrasoniche che poi ritroviamo sui morsetti d'uscita.
Questo condensatore impedisce ai due transistor **TR1-TR2** di autoscillare.

ELENCO COMPONENTI LX.5029

R1 = 2.200 ohm 1/2 watt
R2 = 3.300 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 0,27 ohm 3 watt
R5 = 1.000 ohm
R6 = 4.700 ohm pot. lin.
R7 = 560 ohm
R8 = 1.000 ohm
R9 = 2.200 ohm 1/2 watt
C1 = 2.200 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100 mF elettrolitico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 3.300 pF poliestere
C6 = 3.300 pF poliestere
C7 = 220 mF elettrolitico
C8 = 100.000 pF poliestere
RS1 = ponte raddrizz. 80 V. 3 A.
DL1 = diodo led
DZ1 = zener 4,3 volt 1/2 watt
TR1 = NPN tipo BC.547
TR2 = NPN tipo TIP.33
TR3 = NPN tipo BC.547
IC1 = integrato tipo LS.141
T1 = trasform. 50 watt (T050.03)
sec. 21 V. 2,5 A.
S1 = interruttore
Voltmetro = f.s. 30 V.

Nota: laddove non è specificato, le resistenze devono intendersi da 1/4 di watt.

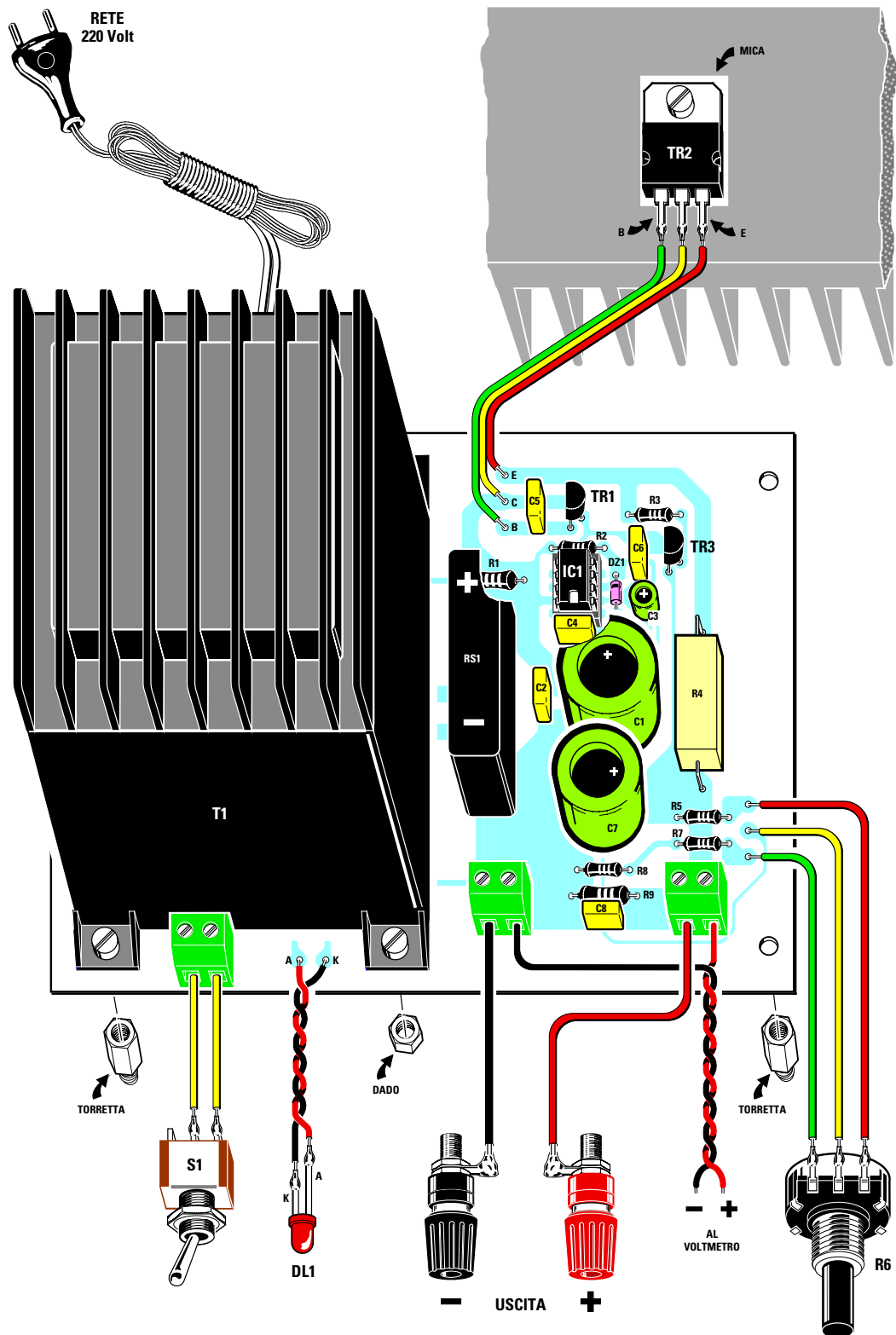



Fig.24 Schema pratico di montaggio dell'alimentatore. Prima di fissare il transistor di potenza TR2 sull'aletta di raffreddamento consigliamo di guardare le figg.29 - 30.

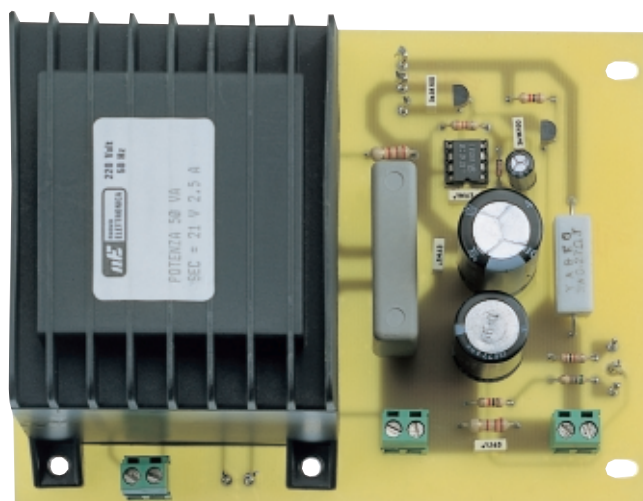



Fig.25 In questa foto potete vedere il circuito stampato LX.5029 con sopra montati tutti i componenti. Consigliamo di tenere la resistenza a filo R4 sollevata di 1 mm dal circuito stampato.

Fig.26 Il circuito stampato andrà fissato sul piano del mobile con le torrette metalliche presenti nel kit.
Sul pannello frontale fisserete il voltmetro, il diodo led, le morsettiere d'uscita ed il potenziometro R6 necessario per regolare la tensione.

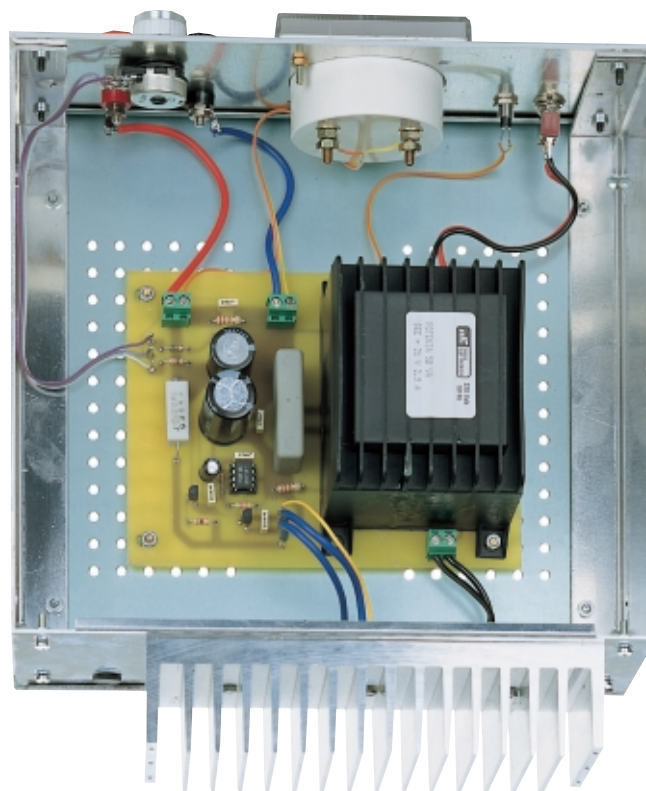



Fig.27 Il transistor TR2 andrà fissato sull'aletta di raffreddamento collocata sul pannello posteriore del mobile.

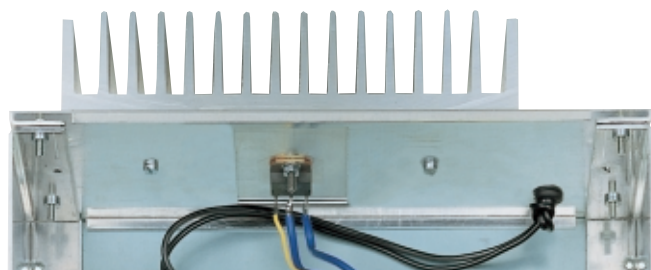
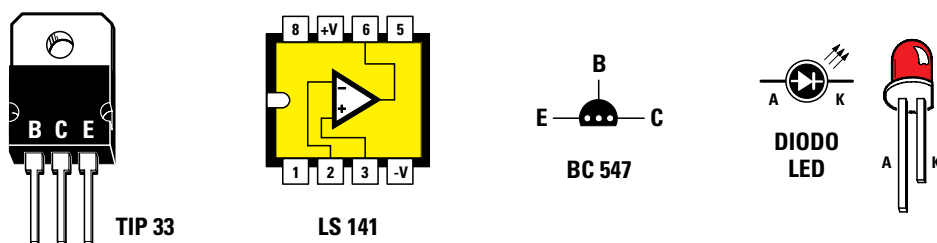



Fig.28 Connessioni dei terminali dell'integrato LS.141 (IC1) viste da sopra, dei terminali B-C-E del transistor TIP.33 (TR2) e dei BC.547 (TR1-TR3) viste da sotto. Il terminale più lungo "A" del diodo led va collegato a R1 ed il terminale più corto "K" a massa.

In questo alimentatore abbiamo ovviamente inserito anche una protezione per i **cortocircuiti** composta dalla resistenza **R4** da **0,27 ohm** e dal transistor **TR3**, che provvede a **togliere** la tensione sui morsetti d'uscita quando la corrente che preleviamo supera il valore di **2,5 amper**.

Per variare la tensione d'uscita da un minimo di **5 volt** fino ad un massimo di **22 volt**, dovremo solo ruotare il cursore del potenziometro **R6**.
Se ruoteremo il cursore del potenziometro verso le resistenze **R7-R8** da **1.200 ohm**, in uscita otterremo una tensione di **22 volt**, se lo ruoteremo verso la resistenza **R5** da **1.000 ohm** in uscita otterremo una tensione di **5 volt**.

Sui terminali d'uscita di questo alimentatore troviamo nuovamente un condensatore **elettrolitico** da **220 mF** con in parallelo un condensatore **poliestere** da **100.000 pF** (vedi **C7-C8**).

La resistenza **R9** da **2.200 ohm 1/2 watt** posta in parallelo con questi due condensatori serve per scaricarli ogni volta che si **spegne** l'alimentatore, oppure quando si passa da una tensione **maggiore** ad una tensione **minore**.

Per sapere quale tensione è presente sulle boccole d'uscita conviene inserire, come in effetti abbiamo fatto, un **voltmetro** da **30 volt** fondo scala.

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti necessari per realizzare questo alimentatore trovano posto sul circuito stampato siglato **LX.5029**.
In fig.24 potete vedere lo schema pratico e in fig.25 la foto dell'alimentatore montato.
Potete iniziare a montare questo circuito dallo zoccolo per l'integrato **IC1** e, dopo averne saldati gli 8 piedini sulle piste in rame dello stampato, inserite le poche **resistenze** e condensatori **poliestere**.

Sulla destra dello zoccolo di **IC1** inserite il diodo zener **DZ1**, verificando che la **fascia nera** che contorna il suo corpo risulti rivolta verso l'alto.

Dopo questi componenti potete inserire i condensatori **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei due terminali. Il terminale **più lungo** che fuoriesce dal loro corpo è sempre il **positivo**, pertanto va inserito nel foro contrassegnato **+**.

Prendete quindi i due transistor **TR1-TR3** e, senza accorciarne troppo i terminali, inseriteli nelle posizioni richieste, rivolgendo la **parte piatta** del loro corpo verso il trasformatore **T1**.

Nello stampato dovete anche inserire le quattro **morsettiere** a **2 poli** (quella utilizzata per collegare il cordone di rete dei **220 volt**, nel disegno di fig.24 non risulta visibile perchè coperta da T1).

Sulla destra del trasformatore **T1** inserite il ponte raddrizzatore **RS1**, rivolgendo verso l'alto il lato contrassegnato con un **+**.

Nei fori dai quali partono i fili **B-C-E** per il transistor **TR2** e nei fori dai quali partono i tre fili per il potenziometro **R6** inserite i piccoli terminali a spillo che troverete nel kit.

Per completare il montaggio su questo stampato dovete fissare il trasformatore **T1**, inserendo nei due fori presenti sulla sinistra di quest'ultimo le due **torrette** in **ottone** incluse nel kit.
Queste due torrette assieme ad altre due da inserire nei fori presenti sulla destra del circuito stampato, vi serviranno per tenere distanziato il circuito stesso dalla base del mobile metallico.
Negli altri due fori del trasformatore inserite due **normali** viti in ferro complete di dado.

Fissato il trasformatore, innestate nel relativo zoccolo l'integrato **IC1**, rivolgendo la tacca di riferi-

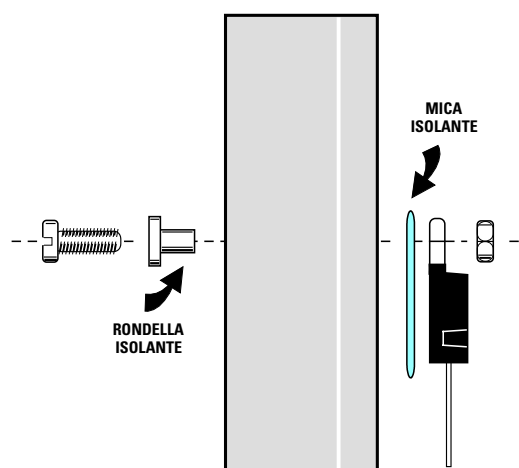



Fig.29 Tra il lato metallico del corpo del transistor TR2 e l'aletta di raffreddamento andrà inserita la "mica" isolante, mentre la "rondella" di plastica che troverete nel kit andrà inserita nel corpo della vite di fissaggio. Se non isolerete la vite con questa rondella, provocherete un CORTOCIRCUITO.

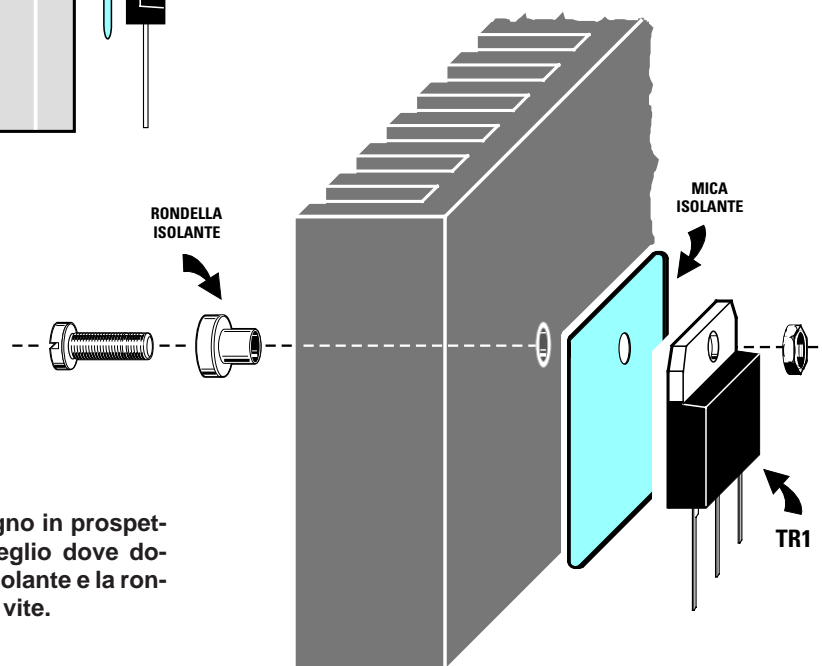



Fig.30 In questo disegno in prospettiva potete vedere meglio dove dovrete fissare la mica isolante e la rondella di plastica sulla vite.

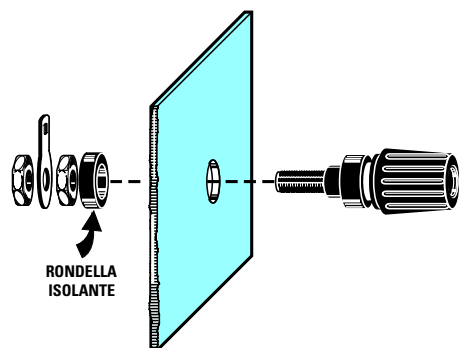



Fig.31 Prima di fissare le due morsettiere d'uscita sul pannello frontale, dovrete sfilare dal loro corpo la rondella isolante, poi, dopo avere inserita la morsettiera nel foro, reinserirete nella parte interna la rondella e la bloccherete sul pannello con il relativo dado.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

mento a forma di **U** presente su un solo lato del suo corpo verso il condensatore poliestere **C4**.

Quando inserite questo integrato nel relativo zoccolo, controllate che tutti i piedini entrino perfettamente nei fori di quest'ultimo, perchè se **uno** solo di essi si **ripiega** verso l'esterno il circuito non funzionerà.
Se riscontrate che i piedini di questo integrato risultano leggermente più divaricati rispetto al **passo** dello zoccolo, vi ricordiamo che per ovviare a questo inconveniente è sufficiente comprimere entrambi i lati dell'integrato sul piano di un tavolo.

A questo punto prendete l'**aletta** di raffreddamento e fissate sopra ad essa il transistor di potenza siglato **TR2**.

Importante = Poichè il corpo **metallico** di questo transistor deve risultare **isolato** dal metallo dell'**aletta** di raffreddamento, per fissarlo dovete inserire tra esso e l'aletta, la **mica isolante** che troverete nel kit (vedi fig.30), inserendo poi nella vite di fissaggio, dal lato del dado, la **rondella isolante** anch'essa presente nel kit.
Se dimenticherete di usare la **mica** e la **rondella isolante**, la tensione **positiva** verrà cortocircuitata a massa, quindi se lascerete acceso per diversi minuti l'alimentatore in queste condizioni, si brucerà dapprima il ponte raddrizzatore **RS1** e poi il trasformatore **T1**.
Pertanto, prima di collegare i tre fili ai terminali **B-C-E**, controllate con un **tester** in posizione **ohm** che il corpo metallico del transistor risulti **isolato** dal metallo dell'aletta di raffreddamento.
Constatato che tutto risulta regolare, saldate sui terminali **B-C-E** del transistor tre spezzoni di filo di rame isolato in plastica, che abbia un diametro di circa **1,10 mm** (diametro del filo di rame e non della plastica esterna).

Fate anche molta attenzione a **non** invertire i fili **B-C-E** quando li salderete sui terminali a spillo presenti sul circuito stampato.

Come visibile nella foto di fig.22, sul pannello frontale vanno montate la boccola **rossa** e la **nera** per prelevare la tensione d'uscita, il potenziometro **R6** per variare la tensione d'uscita, l'interruttore di accensione **S1**, il diodo led **DL1** e lo strumentino **voltmetro**.
Sul pannello posteriore dovete invece fissare l'aletta di raffreddamento con sopra montato il transistor di potenza **TR2** (vedi fig.27).
Quando inserirete la morsettiera rossa e quella nera nel pannello frontale, dovrete svitare dal retro di ciascuna di esse i due dadi e la **rondella isolante** e, come abbiamo illustrato in fig.31, dovrete inserire nel foro del pannello il corpo della morsettiera e posteriormente la **rondella isolante**, fissando infine il tutto con i due dadi.
Quando collegherete i due fili necessari per alimentare il diodo led **DL1** e che partono dai terminali **A-K**, dovete rispettare la loro polarità, diversamente il diodo led **non** si accenderà.
Il filo **K** va al terminale più **corto** del diodo led e il filo **A** al terminale più **lungo**.

Come potete vedere nel disegno pratico di fig.24, dalla morsettiera posta vicino al trasformatore **T1** parte il filo da collegare alla morsettiera **nera** del **negativo** e al terminale **–** del voltmetro, mentre dalla morsettiera posta sulla destra parte il filo da collegare alla morsettiera **rossa** del **positivo** e al terminale **+** del voltmetro.

Desideriamo far presente che prelevando da questo alimentatore la massima **corrente** di **2 amper** per più di un'ora, l'aletta di raffreddamento **scotterà tanto** da non essere possibile appoggiarvi la mano sopra.

Di questo non preoccupatevi perchè è **normale**, anzi, scendendo su valori di tensione di **5-6 volt** la temperatura dell'aletta **aumenterà** ulteriormente.
Per permettere all'aria di prelevare il calore presente sull'aletta per disperderlo nell'ambiente, **evitate** di appoggiare la parte posteriore del mobile ad una parete.

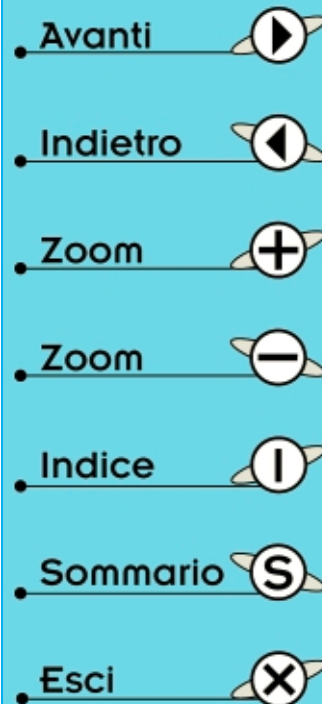
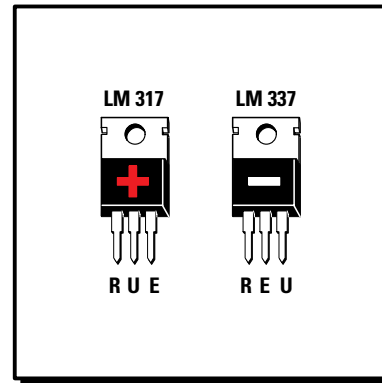
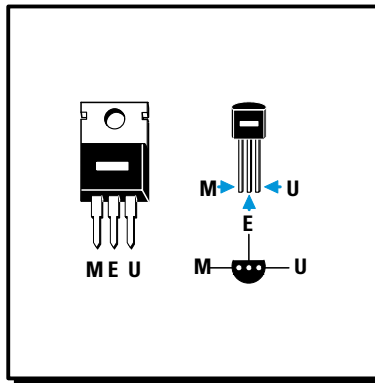
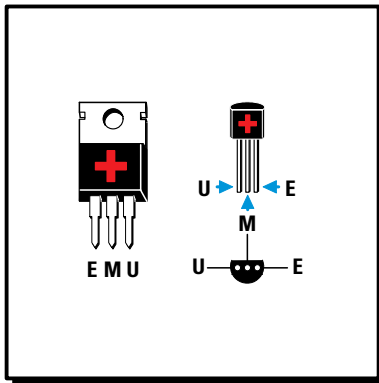
COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare l'alimentatore contrassegnato dalla sigla **LX.5029** (vedi fig.24) compresi circuito stampato, transistor, integrato, trasformatore di alimentazione, ponte raddrizzatore, aletta di raffreddamento, cordone di rete, potenziometro con manopola, ecc., **esclusi** il **voltmetro** ed il **mobile**
Lire 90.000 Euro 46,48

Costo del mobile metallico **MO.5029** completo di mascherina forata e serigrafata
Lire 35.000 Euro 18,08

Costo del **voltmetro** da 30 volt
Lire 27.000 Euro 13,94

Costo del solo circuito stampato **LX.5029**
Lire 14.500 Euro 7,49

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Nella Lezione precedente vi abbiamo spiegato come funziona e come si progetta un alimentatore **stabilizzato** con dei **transistor**, in questa Lezione vi presentiamo degli **integrati stabilizzatori** provvisti di soli **3** terminali e che hanno le stesse dimensioni di un transistor, che ci permettono di ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate **positive** se useremo degli integrati che iniziano con il numero **78** oppure **negative** se iniziano con il numero **79**.

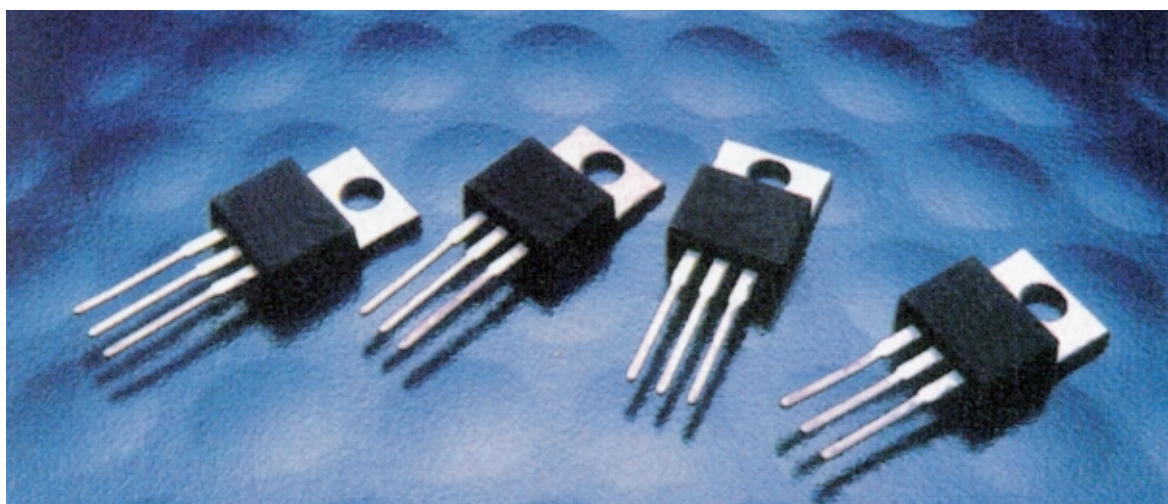
Oltre alla serie di integrati siglati **78-79** ve ne presentiamo altri due siglati **LM.317 - LM.337**, sempre provvisti di **3** terminali, che a differenza dei primi ci permettono di ottenere in uscita delle tensioni **variabili positive** oppure **negative**.

L'integrato **LM.317** lo useremo per ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate **positive**, mentre l'integrato **LM.337** per ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate **negative**.

In questa Lezione vi spieghiamo anche come aumentare la **corrente d'uscita** e come trasformare un alimentatore stabilizzato in **tensione** in un alimentatore stabilizzato in **corrente**.

Infine, vi presentiamo un alimentatore **duale** in grado di fornire in uscita tensioni di **5+5 - 9+9 - 12+12 - 15+15 volt** con una **corrente** massima di **1,2 amper**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

INTEGRATI STABILIZZATORI di TENSIONI

Già da tempo esistono degli integrati provvisti di **3 terminali** in grado di fornire in uscita delle tensioni stabilizzate **positive** o **negative** su valori **fissi** di **5-8-12-15-18-24 volt**.

Quelli delle stesse dimensioni di un transistor di **potenza** (vedi figg.32-33) sono in grado di erogare una corrente massima di **1 amper** a patto che il loro corpo venga fissato sopra un'**aletta** di **raffreddamento**, diversamente non è possibile prelevare più di **0,5-0,6 amper** perchè, non appena il loro corpo supera la temperatura massima consentita, entra in azione una **protezione termica** interna che limita la corrente d'uscita.

Tutti gli integrati che iniziano con il numero **78** stabilizzano le sole tensioni **positive** come appare evidenziato nella **Tabella N.1**.
Tutti gli integrati che iniziano con il numero **79** stabilizzano le sole tensioni **negative** come appare evidenziato nella **Tabella N.2**.

Gli integrati delle stesse dimensioni di un **piccolo** transistor (vedi figg.34-35) sono in grado di erogare un corrente massima di **0,1 amper**.

Tutti gli integrati che iniziano con la sigla **78L** stabilizzano le sole tensioni **positive** come appare evidenziato nella **Tabella N.3**.
Tutti gli integrati che iniziano con la sigla **79L** stabilizzano le sole tensioni **negative** come appare evidenziato nella **Tabella N.4**.

Anche se le dimensioni di entrambi questi stabilizzatori sono assai ridotte, al loro interno è presente un complesso circuito elettrico composto da **18 transistor**, **22 resistenze** e **3 diodi zener**.

Per capire a grandi linee come funzionano questi stabilizzatori abbiamo riprodotto in fig.37 uno schema notevolmente semplificato, composto da tre **transistor** ed un **diodo zener**.

Sul terminale indicato **E** (entrata) viene applicata la tensione da stabilizzare, dal terminale **U** (uscita) viene prelevata la tensione **stabilizzata**, mentre il terzo terminale indicato **M** va collegato a **massa**.

LA TENSIONE D'ENTRATA

Nella **Lezione N.18** abbiamo accennato al fatto che la tensione da applicare sull'ingresso di un circuito stabilizzatore deve risultare **maggiore** di **1,4 volte** rispetto alla tensione da stabilizzare e questo vale anche per gli integrati da **12-15-18-24 volt**, ma **non** per gli integrati da **5-8 volt**.

Nel caso degli integrati stabilizzatori da **5 volt**, la tensione da applicare sull'ingresso **non** deve risultare **minore** di **9 volt**.

Nel caso dei soli integrati stabilizzatori da **8 volt**, la tensione da applicare sull'ingresso **non** deve risultare **minore** di **12 volt**.

TOLLERANZE sulle TENSIONI D'USCITA

Facciamo presente che tutti gli integrati stabilizzatori, come ogni altro componente elettronico, hanno una loro **tolleranza**.
Per quanto riguarda l'integrato **7805** o **78L05**, che in **teoria** dovrebbe fornire in uscita una tensione stabilizzata di **5 volt**, non stupitevi se dal suo terminale d'uscita **U** fuoriesce una tensione di **4,9 volt** oppure di **5,1 volt**.

TABELLA N.1 integrati positivi - serie 78

sigla	volt e amper uscita
uA7805	5 volt 1 amper
uA7808	8 volt 1 amper
uA7812	12 volt 1 amper
uA7815	15 volt 1 amper
uA7818	18 volt 1 amper
uA7824	24 volt 1 amper

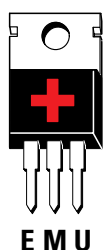



Fig.32 Gli integrati che iniziano con il numero 78 servono per stabilizzare tensioni Positive. Le lettere che precedono il numero 78, ad esempio uA-LM-MC, indicano la Casa Costruttrice e i due numeri che seguono il 78, ad esempio 05-12, indicano il valore di tensione che l'integrato stabilizza. La lettera E significa Entrata, la M significa Massa e la U significa Uscita.

TABELLA N.2 integrati negativi - serie 79

sigla	volt e amper uscita
uA7905	5 volt 1 amper
uA7908	8 volt 1 amper
uA7912	12 volt 1 amper
uA7915	15 volt 1 amper
uA7918	18 volt 1 amper
uA7924	24 volt 1 amper

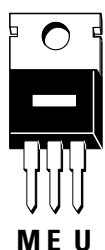



**Fig.33 Gli integrati che iniziano con il numero 79 servono per stabilizzare tensioni Negative. Anche in questi integrati possiamo trovare prima del numero 79 le lettere uA-LM-MC e, a destra, il valore di tensione che l'integrato stabilizza.
I piedini degli integrati 79 sono disposti nell'ordine M-E-U, cioè in modo completamente diverso dagli integrati 78 (fig.32).**

TABELLA N.3 integrati positivi - serie 78L

sigla	volt e amper uscita
uA78L05	5 volt 0,1 amper
uA78L08	8 volt 0,1 amper
uA78L12	12 volt 0,1 amper
uA78L15	15 volt 0,1 amper
uA78L18	18 volt 0,1 amper
uA78L24	24 volt 0,1 amper

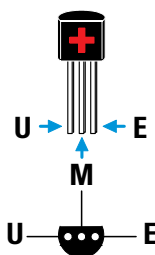



Fig.34 Gli integrati che iniziano con il numero 78L servono per stabilizzare tensioni Positive. A differenza degli integrati 78 che riescono ad erogare una corrente massima di 1 amper (vedi fig.32), i 78L riescono ad erogare una corrente massima di 0,1 amper. In basso, le connessioni U-M-E viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo.

TABELLA N.4 integrati negativi - serie 79L

sigla	volt e amper uscita
uA79L05	5 volt 0,1 amper
uA79L08	8 volt 0,1 amper
uA79L12	12 volt 0,1 amper
uA79L15	15 volt 0,1 amper
uA79L18	18 volt 0,1 amper
uA79L24	24 volt 0,1 amper

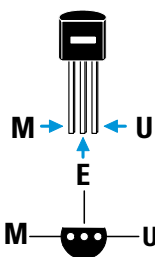
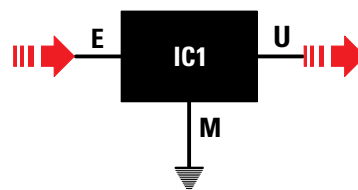



Fig.35 Gli integrati che iniziano con il numero 79L servono per stabilizzare tensioni Negative. A differenza degli integrati 79 che riescono ad erogare una corrente massima di 1 amper (vedi fig.33), i 79L riescono ad erogare una corrente massima di 0,1 amper. In basso, le connessioni M-E-U viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo.

**Fig.36 Tutti gli integrati stabilizzatori, siano essi Positivi o Negativi vengono disegnati negli schemi elettrici con un rettangolo dal quale fuoriescono i tre terminali E-M-U.
Il terminale M degli integrati 78 risulta elettricamente collegato all'aletta metallica del corpo, mentre negli integrati 79 è il terminale E che risulta collegato all'aletta metallica.**

Per quanto riguarda l'integrato **7812** o **78L12**, che in **teoria** dovrebbe fornire in uscita una tensione stabilizzata di **12 volt**, è da ritenersi normale che dal suo terminale d'uscita **U** fuoriesca una tensione compresa tra **11,8 - 12,2 volt**.

IL CONDENSATORE D'INGRESSO e D'USCITA

Per calcolare la capacità del condensatore **elettrolitico** da applicare dopo il **ponte raddrizzatore** si possono utilizzare le stesse formule riportate nella **Lezione N.18**.
Quindi se abbiamo un integrato stabilizzatore in grado di erogare una **corrente** di **1 amper** e sul suo terminale **E** applichiamo una tensione continua di **10 volt**, dovremo utilizzare un condensatore elettrolitico che abbia una capacità **non** minore di:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

quindi useremo una capacità di:

20.000 : (10 : 1) = 2.000 microfarad

Se abbiamo un integrato stabilizzatore in grado di erogare una **corrente** di **1 amper** e sul suo terminale **E** applichiamo una tensione continua di **15 volt**, dovremo utilizzare un condensatore elettrolitico che abbia una capacità **non** minore di:

20.000 : (15 : 1) = 1.333 microfarad

Poichè questo valore, come il precedente, non è standard, in entrambi i casi potremo usare una capacità di **2.200 microfarad**.

In uscita dovremo sempre collegare un condensatore con una capacità minore di circa **10 volte** rispetto a quello d'ingresso, quindi potremo usare **220 microfarad** ma anche **100 microfarad**.

Sull'ingresso e sull'uscita è consigliabile applicare un condensatore poliestere da **100.000 picofarad**, collegando l'opposta estremità il più vicino possibile al terminale **M** (vedi fig.38).

PER AUMENTARE i VOLT D'USCITA

Gli integrati stabilizzatori sopracitati forniscono in uscita dei valori **standard** di **5-8-12-15-18-24 volt**, quindi se volessimo ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **9 volt** oppure di **13 volt** non troveremo nessun integrato in grado di fornircela.

Ora vi spieghiamo come sia possibile prelevare da questi integrati una tensione **maggiore** rispetto a quella che teoricamente possono fornire.

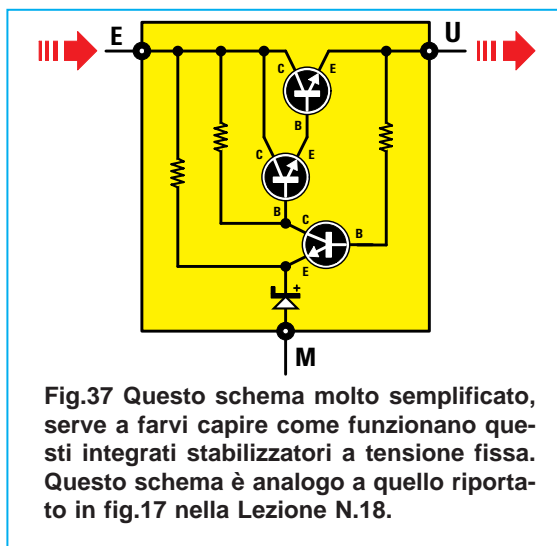



Fig.37 Questo schema molto semplificato, serve a farvi capire come funzionano questi integrati stabilizzatori a tensione fissa. Questo schema è analogo a quello riportato in fig.17 nella Lezione N.18.

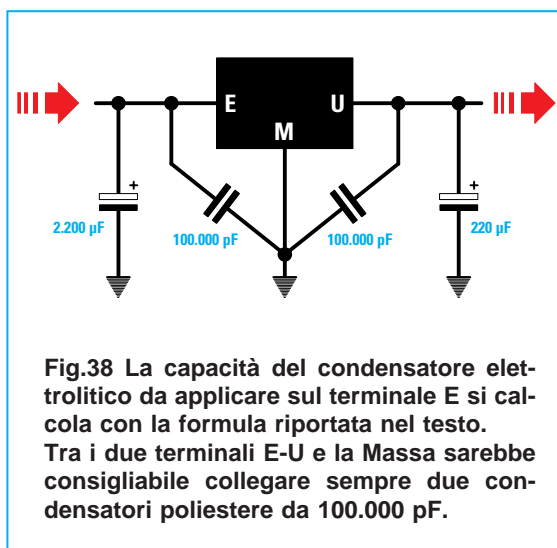



Fig.38 La capacità del condensatore elettrolitico da applicare sul terminale E si calcola con la formula riportata nel testo. Tra i due terminali E-U e la Massa sarebbe consigliabile collegare sempre due condensatori poliestere da 100.000 pF.

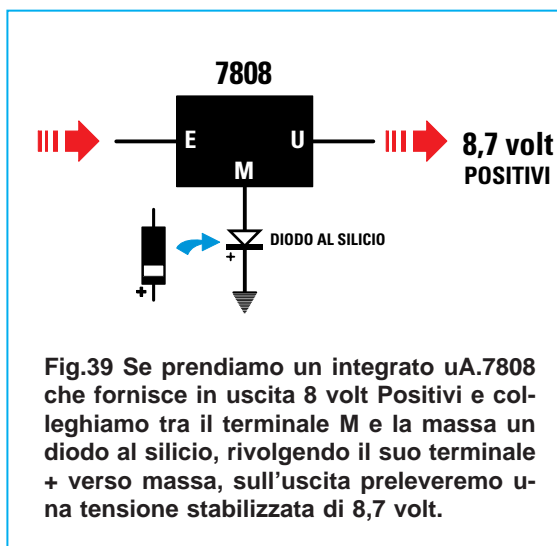
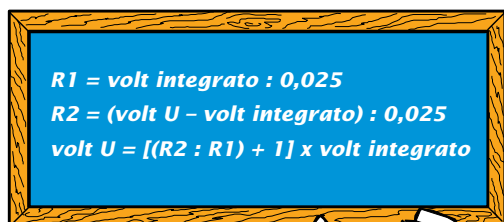



Fig.39 Se prendiamo un integrato uA.7808 che fornisce in uscita 8 volt Positivi e colleghiamo tra il terminale M e la massa un diodo al silicio, rivolgendo il suo terminale + verso massa, sull'uscita preleveremo una tensione stabilizzata di 8,7 volt.

Se abbiamo un integrato tipo **7808** che fornisce in uscita **8 volt** ed applichiamo tra il terminale **M** e la **massa** un diodo al silicio (vedi fig.39), in uscita otteniamo una tensione di **8 + 0,7 = 8,7 volt**.

Se tra il terminale **M** e la **massa** applichiamo in **serie** due diodi al silicio (vedi fig.40), in uscita otteniamo una tensione di **8 + 0,7 + 0,7 = 9,4 volt**.

Se volessimo ottenere in uscita una **esatta** tensione di **9 volt**, dovremmo applicare tra il terminale **U** e la **massa** un partitore resistivo, collegando il terminale **M** sulla giunzione delle due resistenze **R1-R2** come visibile in fig.42.

Per calcolare il valore delle due resistenze **R1-R2** possiamo servirci delle due semplici formule riprodotte sulla lavagna, dove:

- il numero **0,025** sono gli **amper** (corrispondenti a **25 milliamper**) che faremo scorrere nelle due resistenze e nel terminale **M** dell'integrato;
- volt integrato è la tensione dell'integrato;
- volt U è la tensione che vogliamo prelevare dal terminale d'**uscita** di questo integrato.

ESEMPIO

Disponendo di un integrato **7808** da **8 volt** vorremmo conoscere quali valori di resistenza usare per **R1-R2** per prelevare in uscita **9 volt**.

Soluzione = Conoscendo i **volt** dell'integrato, cioè **8 volt**, come prima operazione calcoleremo il valore che dovrà avere la resistenza **R1**:

8 : 0,025 = 320 ohm

Come seconda operazione calcoleremo il valore della resistenza **R2**, sottraendo ai **9 volt** che vogliamo ottenere in uscita gli **8 volt** dell'integrato e

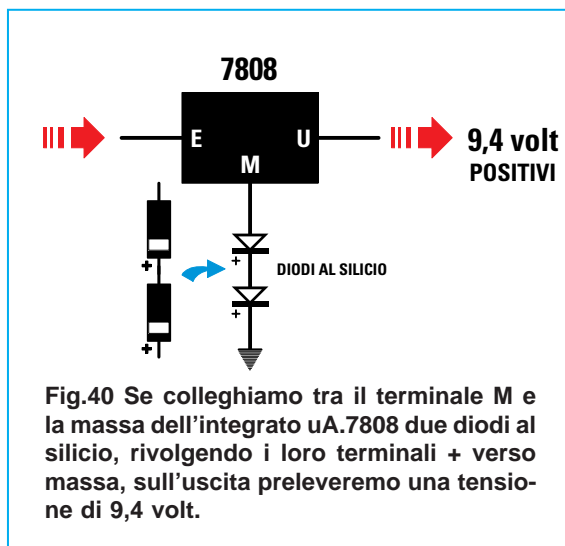



Fig.40 Se colleghiamo tra il terminale M e la massa dell'integrato uA.7808 due diodi al silicio, rivolgendo i loro terminali + verso massa, sull'uscita preleveremo una tensione di 9,4 volt.

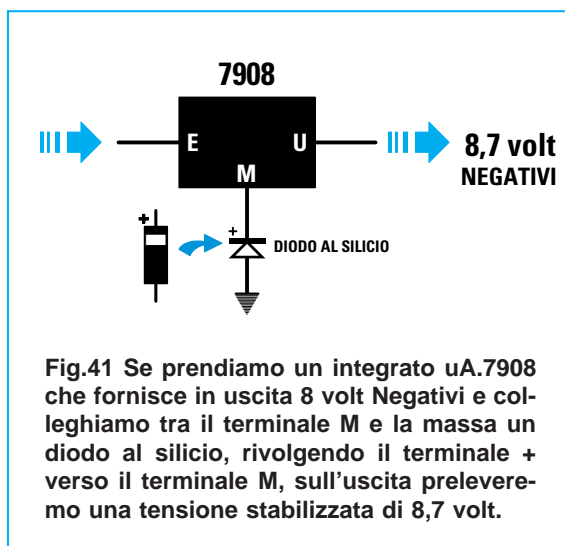



Fig.41 Se prendiamo un integrato uA.7908 che fornisce in uscita 8 volt Negativi e colleghiamo tra il terminale M e la massa un diodo al silicio, rivolgendo il terminale + verso il terminale M, sull'uscita preleveremo una tensione stabilizzata di 8,7 volt.

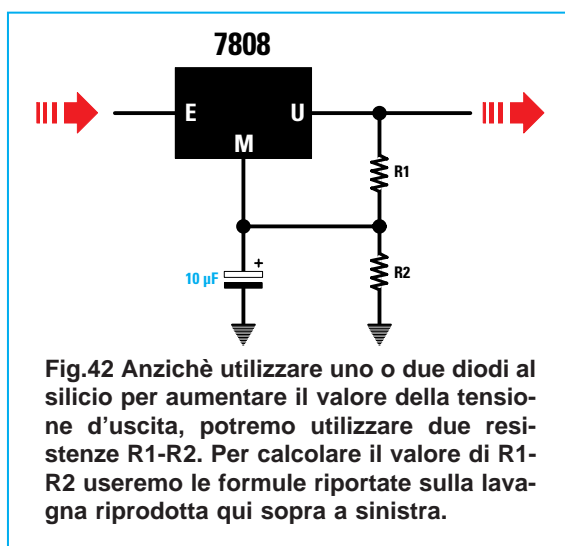



Fig.42 Anzichè utilizzare uno o due diodi al silicio per aumentare il valore della tensione d'uscita, potremo utilizzare due resistenze R1-R2. Per calcolare il valore di R1-R2 useremo le formule riportate sulla lavagna riprodotta qui sopra a sinistra.

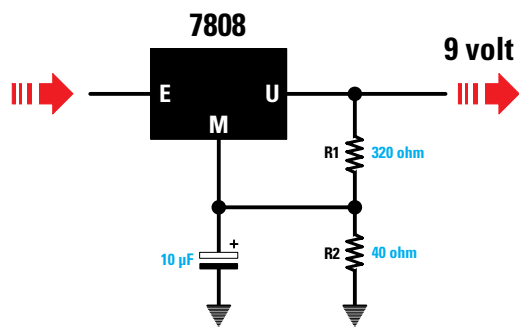



Fig.43 Se sull'uscita di un uA.7808 applichiamo una resistenza da 320 ohm ed una da 40 ohm e sulla giunzione colleghiamo il terminale M, in uscita otterremo una tensione di 9 volt anzichè di 8 volt.

Fig.44 Se sostituiamo la resistenza R2 da 40 ohm con un trimmer da 100 ohm, ruotando il suo cursore potremo regolare la tensione d'uscita da un minimo di 8 volt fino ad un massimo di 10,4 volt.

dividendo il risultato per **0,025**:

(9 – 8) : 0,025 = 40 ohm

Per conoscere quale tensione preleveremo dal terminale d'**uscita** (vedi fig.43) con questi due valori di resistenza dovremo usare la formula:

volt uscita = [(R2 : R1) +1] x volt integrato

Inserendo i nostri dati otterremo:

[(40 : 320) + 1] x 8 = 9 volt

Chi ha un pò di dimestichezza con la matematica sa di dover procedere nel modo seguente:

40 : 320 = 0,125
0,125 + 1 = 1,125
1,125 x 8 = 9 volt

Poichè i valori richiesti per **R1** e **R2** non sono reperibili, potremo scegliere per **R1** una resistenza da **330 ohm** ed utilizzare per **R2** un piccolo **trimmer** da **100 ohm** (vedi fig.44).
Ruotando il cursore del **trimmer** verso **massa**, la resistenza **R1** assumerà un valore di:

330 + 100 = 430 ohm

mentre la resistenza **R2** assumerà un valore di **0 ohm**, quindi in uscita preleveremo una tensione di:

[(0 : 430) + 1] x 8 = 8 volt

Ruotando il cursore del **trimmer** verso la resistenza **R1** da **330 ohm**, in uscita preleveremo una tensione di:

[(100 : 330) + 1] x 8 = 10,4 volt

Ruotando a circa **metà** corsa il cursore del trimmer **R2** otterremo i **9 volt** richiesti.

ESEMPIO

Disponendo di un integrato **7805** da **5 volt** vorremmo conoscere quali valori di resistenza usare per **R1-R2** per ottenere in uscita **9 volt**.

Soluzione = Come prima operazione calcoleremo il valore della resistenza **R1**:

5 : 0,025 = 200 ohm

poi calcoleremo il valore della resistenza **R2**:

(9 – 5) : 0,025 = 160 ohm

Per sapere quale tensione preleveremo dall'**uscita** dell'integrato con questi due valori di resistenza (vedi fig.45), dovremo usare la formula:

volt uscita = [(R2 : R1) +1] x volt integrato

Inserendo nella formula i nostri dati otterremo:

[(160 : 200) + 1] x 5 = 9 volt

Prima eseguiremo la divisione, poi la somma ed infine la moltiplicazione:

160 : 200 = 0,8
0,8 + 1 = 1,8
1,8 x 5 = 9 volt

Poichè i valori richiesti per **R1** e **R2** non sono reperibili, potremo scegliere per **R1** una resistenza da **180 ohm** ed utilizzare per **R2** un piccolo **trimmer** da **220 ohm** (vedi fig.46).

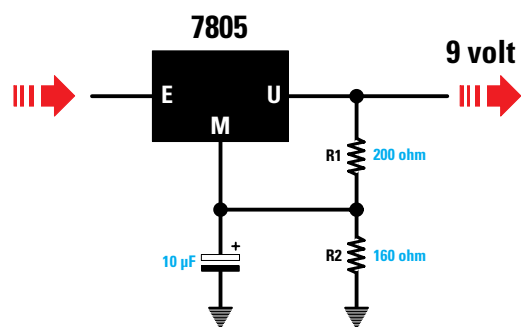



Fig.45 Se sull'uscita di un uA.7805 applichiamo una resistenza da 200 ohm ed una da 160 ohm e sulla giunzione colleghiamo il terminale M, in uscita otterremo una tensione di 9 volt anzichè di 5 volt.

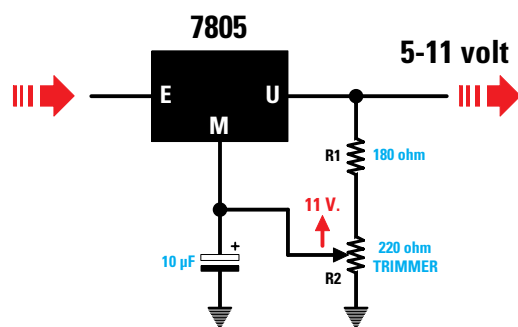



Fig.46 Se nello schema di fig.45 utilizziamo per R1 un valore di 180 ohm e per R2 un trimmer da 220 ohm, ruotando il cursore del trimmer potremo variare la tensione d'uscita da 5 volt fino a 11 volt.

Ruotando il cursore del **trimmer** verso **massa** la resistenza **R1** assumerà un valore di:

180 + 220 = 400 ohm

e la **R2** assumerà un valore di **0 ohm**, quindi in uscita preleveremo una tensione di:

[(0 : 400) + 1] x 5 = 5 volt

Ruotando il cursore del **trimmer** verso la resistenza **R1** da **180 ohm**, in uscita preleveremo una tensione di circa:

[(220 : 180) + 1] x 5 = 11,11 volt

Il cursore del trimmer da **220 ohm** andrà ruotato fino ad ottenere i **9 volt** richiesti.

PER AUMENTARE gli AMPER in USCITA

Come è possibile vedere nelle **Tabelle N.1-2**, tutti gli integrati stabilizzatori della serie **78** e **79** riescono ad erogare una **corrente** massima di **1 amper**.
Volendo ottenere in uscita una **corrente maggiore**, ad esempio **1,5-2-2,5 amper**, è necessario collegare a questi integrati un **transistor** di **potenza** in grado di erogare la corrente richiesta.

Nel caso di un integrato che stabilizza le sole tensione **positive**, cioè della serie **78**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **PNP** e modificare lo schema come visibile in fig.47.

Nel caso di un integrato che stabilizza le sole tensione **negative**, cioè della serie **79**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **NPN** e modificare la schema come visibile in fig.48.

Dobbiamo far presente che l'**integrato** stabilizzatore eroga sempre la sua **regolare corrente** e che la differenza per arrivare al **massimo** richiesto viene erogata dal transistor di **potenza**.
All'atto pratico conviene sempre **limitare** la corrente dell'integrato **78** o **79** su un valore medio di **0,2 amper** e poi far erogare la differenza richiesta

Fig.47 Per aumentare gli amper in uscita da un integrato Positivo della serie 78 dovremo aggiungere un transistor di potenza tipo PNP. Per calcolare il valore della resistenza R1 leggere l'articolo.

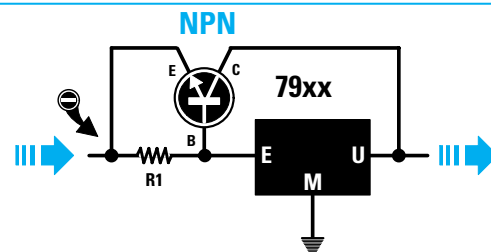



Fig.48 Per aumentare gli amper in uscita da un integrato Negativo della serie 79 dovremo aggiungere un transistor di potenza tipo NPN. Per calcolare il valore della resistenza R1 leggere l'articolo.

dal transistor di potenza.
Per portare in conduzione il **transistor** di **potenza** quando la corrente supera **0,2 amper**, è necessario polarizzare la sua **B**ase con una resistenza (vedi **R1** nelle figg.47-48), il cui valore va calcolato in funzione della **Hfe** del transistor.

Nota = Nella **Lezione N.13** vi abbiamo spiegato come costruire il kit **LX.5014** non solo per verificare se un transistor risulta efficiente o difettoso, ma anche per ricavare il valore **Hfe** che, come in questi casi, risulta necessario conoscere.

CALCOLARE il valore della R1

Per calcolare il valore di **R1** la soluzione più semplice è eseguire queste tre operazioni:

1° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **B**ase del transistor **TR1** indicata con la sigla **Ib**;

Ib = amper massimi : Hfe

2° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella resistenza **R1** indicata con la sigla **IR1**:

IR1 = 0,2 – Ib

Nota = il numero **0,2** è la **massima** corrente che vogliamo prelevare dall'integrato stabilizzatore.

3° Calcolare il valore ohmico della **R1** con questa semplice formula:

R1 in ohm = 0,7 : IR1

Nota = il numero **0,7** è il valore della **tensione** minima che occorre applicare sulla **B**ase del transistor per portarlo in **conduzione**.
Anche se queste formule sono estremamente semplici, vi proponiamo due esempi che serviranno a dissipare ogni eventuale dubbio.

ESEMPIO

Ci serve una tensione stabilizzata di **12 volt 2 amper**, quindi scegliendo un integrato **7812** sappiamo di dover utilizzare anche un **transistor** di potenza tipo **PNP**.
Volendo far erogare all'integrato **7812** una corrente non superiore a **0,2 amper** e ammesso di avere un transistor con una **Hfe** di **30**, vorremmo conoscere il valore della **R1**.

Soluzione = Come prima operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor di potenza:

2 amper Max : Hfe 30 = 0,0666 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0666** e volendo far erogare all'integrato **7812** solo **0,2 amper**, calcoleremo la **corrente** che deve scorrere nella **R1**:

0,2 – 0,0666 = 0,1334 amper (valore **IR1**)

Conoscendo il valore che deve scorrere nella resistenza **R1** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,1334 = 5,247 ohm

valore che potremo arrotondare a **5 ohm**.
Non essendo questo un valore standard, per ottenerlo potremo collegare in **parallelo** due resistenze da **10 ohm** oppure tre resistenze da **15 ohm**.
Per conoscere di quanti **watt** deve essere questa resistenza useremo la seguente formula:

watt = (amper x amper) x ohm

Gli **amper** sono quelli che scorrono nella resistenza **R1** e non quelli prelevati dall'uscita del transistor **TR1**, quindi ci serve una resistenza da:

(0,1334 x 0,1334) x 5 = 0,088 watt

Pertanto potremo usare resistenze da **1/4** di **watt**.

Importante = Il corpo dell'integrato stabilizzatore e quello del transistor di potenza vanno sempre fissati sopra ad un'**aletta** di **raffreddamento** per poter dissipare velocemente il **calore** generato.

ESEMPIO

Ci serve una tensione stabilizzata di **18 volt 1,5 amper**, quindi sceglieremo un integrato **7818** e a questo collegheremo un transistor di potenza **PNP**.
Disponendo di un transistor che ha una **Hfe** di **45**, e volendo far erogare all'integrato **7818** una corrente di soli **0,1 amper**, anzichè di **0,2 amper**, vorremmo conoscere il valore della **R1**.

Soluzione = Come prima operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor di potenza:

1,5 amper Max : Hfe 45 = 0,0333 corrente Ib

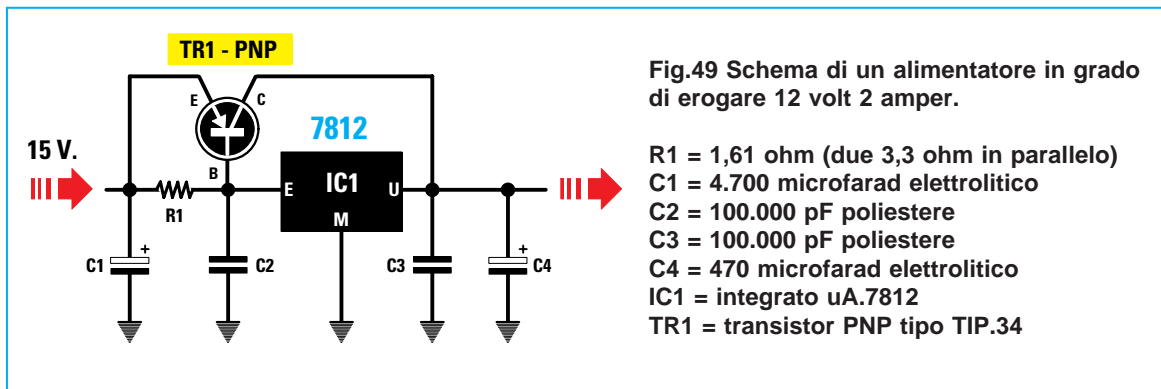
Conoscendo la **Ib** di **0,0333** e volendo far erogare all'integrato **7818** solo **0,1 amper**, calcoleremo la **corrente** che deve scorrere nella **R1**:

0,1 – 0,0333 = 0,0667 amper (valore **IR1**)

Conoscendo il valore che deve scorrere nella resistenza **R1** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,0667 = 10,49 ohm

Fig.49 Schema di un alimentatore in grado di erogare 12 volt 2 amper.

R1 = 1,61 ohm (due 3,3 ohm in parallelo)
C1 = 4.700 microfarad elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 470 microfarad elettrolitico
IC1 = integrato uA.7812
TR1 = transistor PNP tipo TIP.34

Per ottenere questo valore potremo collegare in **parallelo** due resistenze da **22 ohm**.

DALLA TEORIA alla PRATICA

Facciamo presente che pochi progettisti eseguono tutte queste operazioni matematiche per ricavare il valore della **R1**, perchè sanno bene che se in futuro si trovassero nella condizione di dover sostituire il transistor ora utilizzato con uno **identico** della stessa Casa Costruttrice, il valore della **Hfe** sarebbe sempre diverso, cioè **25-30-40-45**, ecc.

Per non dover sostituire ogni volta la resistenza **R1** si sceglie un valore ohmico compreso tra **9** e **12 ohm** e, in tal modo, anche se si dovesse utilizzare un transistor con una diversa **Hfe**, dall'integrato stabilizzatore preleveremo sempre una corrente compresa tra **0,1-0,3 amper** e dal transistor di **potenza** la **differenza**.

PROTEZIONE contro i CORTOCIRCUITI

Un alimentatore composto dall'integrato **78** e da un transistor di **potenza** (vedi fig.49) non risulta protetto contro i **cortocircuiti**, quindi se inavvertitamente metteremo in **corto** i due fili d'uscita, correremo il rischio di far "saltare" il transistor **TR1**.

Per proteggere l'alimentatore da eventuali cortocircuiti, è necessario aggiungere un **secondo** transistor (vedi **TR2** in fig. 50) identico a **TR1**.
Poichè i due transistor **TR1-TR2** vanno fissati su un'unica aletta di raffreddamento, dovremo **isolare** il loro **corpo** dal **metallo** tramite una **mica isolante**, non dimenticando di isolare anche le viti di fissaggio con delle **rondelle**.
Per calcolare il valore della resistenza **R2** da applicare tra l'**E**mettitore e la **B**ase del transistor **TR2** (vedi fig.50) potremo usare questa formula:

R2 in ohm = 0,7 : amper massimi

Quindi per far entrare in azione la protezione quando la **corrente** supera **1,5 amper**, per la **R2** sceglieremo un valore di:

0,7 : 1,5 = 0,466 ohm

che potremo arrotondare a **0,47 ohm**.
Per far entrare in azione la protezione quando la **corrente** supera **2 amper**, sceglieremo per la resistenza **R2** un valore di:

0,7 : 2 = 0,35 ohm

La resistenza **R2** deve essere a **filo** e conviene sempre sceglierla da **3 watt** circa.

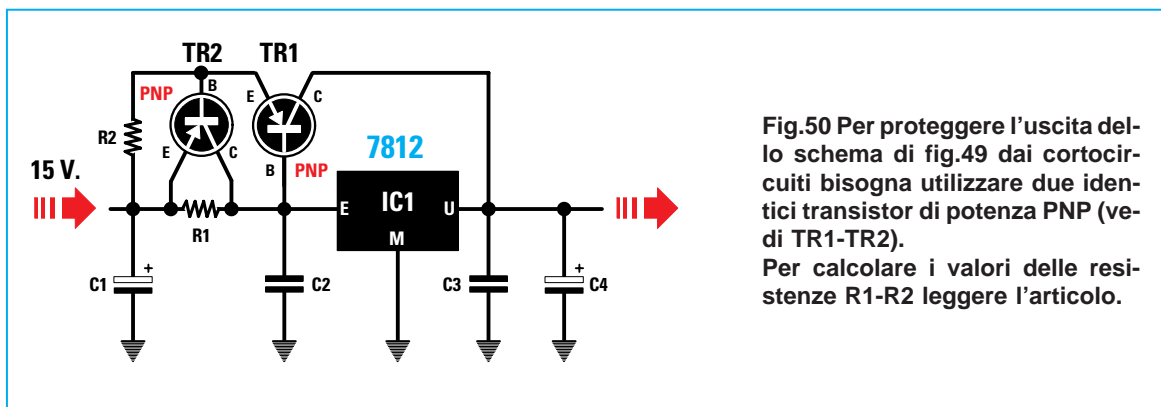
Fig.50 Per proteggere l'uscita dello schema di fig.49 dai cortocircuiti bisogna utilizzare due identici transistor di potenza PNP (vedi TR1-TR2).
Per calcolare i valori delle resistenze R1-R2 leggere l'articolo.

INTEGRATI per TENSIONI VARIABILI

Fig.51 L'integrato LM.317 serve per realizzare degli alimentatori variabili per sole tensioni Positive. Per variare la tensione in uscita si utilizza il terminale indicato R.

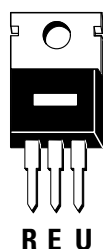



Fig.52 L'integrato LM.337 serve per realizzare degli alimentatori variabili per sole tensioni Negative. Per variare la tensione in uscita si utilizza sempre il terminale indicato R.

Oltre ai due integrati della serie **78-79** ne esistono altri siglati **LM.317 - LM.337**, sempre provvisti di **3 terminali**, che consentono di variare i **volt** d'uscita da un minimo ad un massimo.

L'integrato siglato **LM.317** serve per stabilizzare le sole tensioni **positive** (vedi fig.51).

L'integrato siglato **LM.337** serve per stabilizzare le sole tensioni **negative** (vedi fig.52).

Anche in questi integrati la tensione da stabilizzare viene applicata sul terminale **E** e la tensione stabilizzata viene prelevata dal terminale **U**.
Il **terzo** terminale, anziché essere indicato con la lettera **M**, viene contrassegnato con la lettera **R** che significa **regolazione**. In qualche schema la lettera **R** è sostituita da **ADJ** che significa **adjust**.

Le caratteristiche di questi due tipi di integrati riportate nei manuali sono le seguenti:

Max tensione Entrata/Uscita	**40 volt**
Minima tensione Uscita	**1,25 volt**
Massima corrente Uscita	**1,5 amper**
Massima potenza	**15 watt**

Max tensione Entrata/Uscita = Molti ritengono che i **40 volt** indicati rappresentino la **massima** tensione applicabile sull'ingresso **E**.
Invece su questo ingresso è possibile applicare anche tensioni di **50 - 60 - 80 - 90 -100 volt**.
Importante è non superare mai **40 volt** tra il valore di tensione applicato sull'**Entrata** rispetto a quello prelevato dall'**Uscita**.

Quindi se sull'**Entrata** applichiamo **50 volt** (vedi fig.53) non potremo stabilizzare tensioni **minori** di:

50 – 40 = 10 volt

Se sull'**Entrata** applichiamo **100 volt** (vedi fig.54) non potremo stabilizzare tensioni **minori** di:

100 – 40 = 60 volt

Se sull'**Entrata** applichiamo una tensione di **35 volt**, potremo stabilizzare tensioni fino ad un valore **minimo** di **1,25 volt**, perchè la **differenza** tra la tensione applicata in **Entrata** e quella prelevata in **Uscita** rimane entro i **40 volt** massimi.

Minima tensione Uscita = **1,25 volt** è la **minima** tensione che l'integrato riesce a stabilizzare.

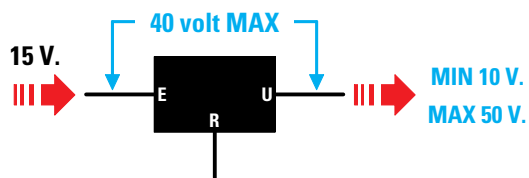



Fig.53 In un integrato LM.317 o LM.337, la minima tensione che possiamo prelevare dall'uscita si ricava eseguendo questa operazione "Vin – 40". Con una Vin di 50 volt possiamo stabilizzare fino a 10 volt.

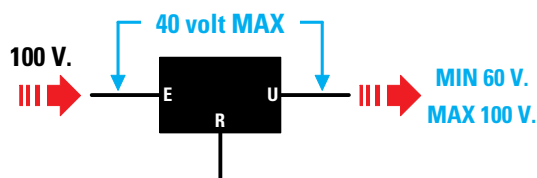



Fig.54 Se sul terminale E applichiamo una tensione di 100 volt, dal terminale d'uscita possiamo prelevare una tensione minima di 100 – 40 = 60 volt. Se preleveremo 50 volt l'integrato si danneggerà.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Massima corrente Uscita = Questa massima corrente di **1,5 amper** si riesce a prelevare soltanto se il corpo dell'integrato viene fissato su una adeguata **aletta** di **raffreddamento**, diversamente ci dovremo limitare a **0,5-0,6 amper**; infatti, quando il suo corpo si **surriscalda** la protezione **termica** presente all'interno dell'integrato **abbassa** la tensione sui terminali d'uscita.

Massima potenza = I **15 watt** riportati rappresentano la massima potenza che l'integrato riesce a dissipare.
Per conoscere i **watt** di dissipazione potremo usare questa formula:

watt = (Vin – Vu) x amper max

Vin = tensione applicata sul terminale **E**
Vu = tensione prelevata dal terminale **U**
amper max = corrente prelevata in uscita

Applicando sul terminale **E** una tensione di **30 volt** e prelevando dal terminale **U** una tensione stabilizzata di **18 volt 1,5 amper**, supereremo i **watt** massimi consentiti:

(30 – 18) x 1,5 = 18 watt

Per limitare la dissipazione ad un valore inferiore a **15 watt** è possibile adottare due soluzioni:

- **ridurre** l'assorbimento massimo a **1,1 amper**:

(30 – 18) x 1,1 = 13,2 watt

- **ridurre** la tensione sull'ingresso, portandola da **30 volt** a soli **25 volt**:

(25 – 18) x 1,5 = 10,5 watt

Se sull'ingresso applichiamo **25 volt** e preleviamo in uscita una tensione di **9 volt**, per sapere quale **corrente massima** possiamo prelevare dovremo usare la seguente formula:

amper = 15 : (volt ingresso – volt uscita)

quindi con **9 volt** dovremo limitarci a soli:

15 : (25 – 9) = 0,93 amper

STABILIZZATORE per tensioni FISSE

Lo schema per realizzare un alimentatore in grado di fornire un valore di tensione **fisso,** usando un integrato **LM.317**, è riportato in fig.55.
Si consiglia sempre di applicare sull'ingresso una tensione non **minore** di **1,2 volte** e possibilmente non **maggiore** di **1,4 volte** rispetto al valore della tensione che si desidera **stabilizzare**.

Quindi per ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **12 volt**, è consigliabile applicare sul suo ingresso una tensione:

non minore di 12 x 1,2 = 14,4 volt
non maggiore di 12 x 1,4 = 16,8 volt

Per ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **30 volt**, è consigliabile applicare sul suo ingresso una tensione:

non minore di 30 x 1,2 = 36 volt
non maggiore di 30 x 1,4 = 42 volt

VALORE della RESISTENZA R1

Qualsiasi tensione desideriamo ottenere in uscita, conviene sempre scegliere per la resistenza **R1** un valore fisso di **220 ohm**.
Nota = Il valore della resistenza **R1** può essere ridotto fino ad un minimo di **180-150 ohm** o aumentato fino ad un massimo di **330-390 ohm**.

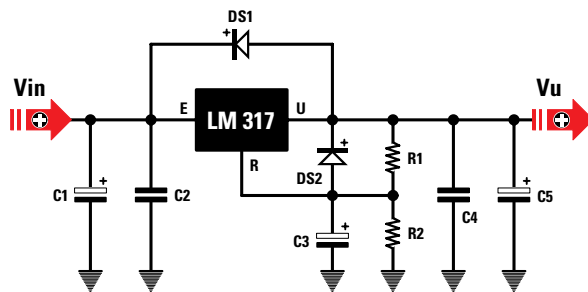



Fig.55 Schema elettrico di un alimentatore stabilizzato per tensioni Positive che utilizza l'integrato LM.317. Lo stesso schema può essere utilizzato anche per l'LM.337 Negativo solo invertendo la polarità dei diodi al silicio DS1-DS2 e quella dei condensatori elettrolitici C1-C5.
Nel testo abbiamo spiegato come calcolare i valori delle resistenze R1-R2 per ottenere in uscita il valore di tensione richiesto.

CALCOLO della RESISTENZA R2

Per calcolare il valore di **R2** dovremo utilizzare questa formula:

R2 = [(volt uscita : 1,25) – 1] x R1

Il numero **1,25** sono i **volt minimi** che l'integrato è in grado di stabilizzare.

LE FUNZIONI dei DIODI DS1-DS2

Il diodo **DS1** collegato tra i piedini **E-U** con il terminale **positivo** rivolto verso il terminale d'ingresso **E**, serve per proteggere l'integrato ogni volta che viene spento l'alimentatore.
Senza questo diodo, la tensione positiva immagazzinata dall'elettrolitico **C5** si scaricherebbe sul terminale **U** danneggiando l'integrato.
Con questo diodo, la tensione positiva raggiungerà il terminale **E** scaricando l'elettrolitico **C5**.

Il diodo **DS2** posto tra i piedini **R-U** con il terminale **positivo** rivolto verso il terminale **U**, serve per scaricare istantaneamente il condensatore elettrolitico **C3** nel caso in cui venisse accidentalmente messa in **cortocircuito** la tensione d'uscita.

IL VALORE dei condensatori ELETTROLITICI

Come già vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.18**, la capacità del condensatore elettrolitico **C1** si calcola con la formula:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

La capacità dei condensatori elettrolitici **C3-C5** (vedi fig.55) è sufficiente che sia **10 volte inferiore** alla capacità del condensatore d'ingresso **C1**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un alimentatore con l'integrato **LM.317** (vedi fig.56), in grado di fornire in uscita una tensione stabilizzata **fissa** di **15 volt**.

Soluzione = Volendo prelevare in uscita una tensione di **15 volt**, come prima operazione dovremo calcolare quale tensione **minima** e **massima** occorre applicare sul terminale d'ingresso **E**:

valore minimo 15 x 1,2 = 18 volt
valore massimo 15 x 1,4 = 21 volt

Quindi potremo utilizzare una tensione di **19-20-21 volt** ma anche di **25 volt**, tenendo presente che più

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

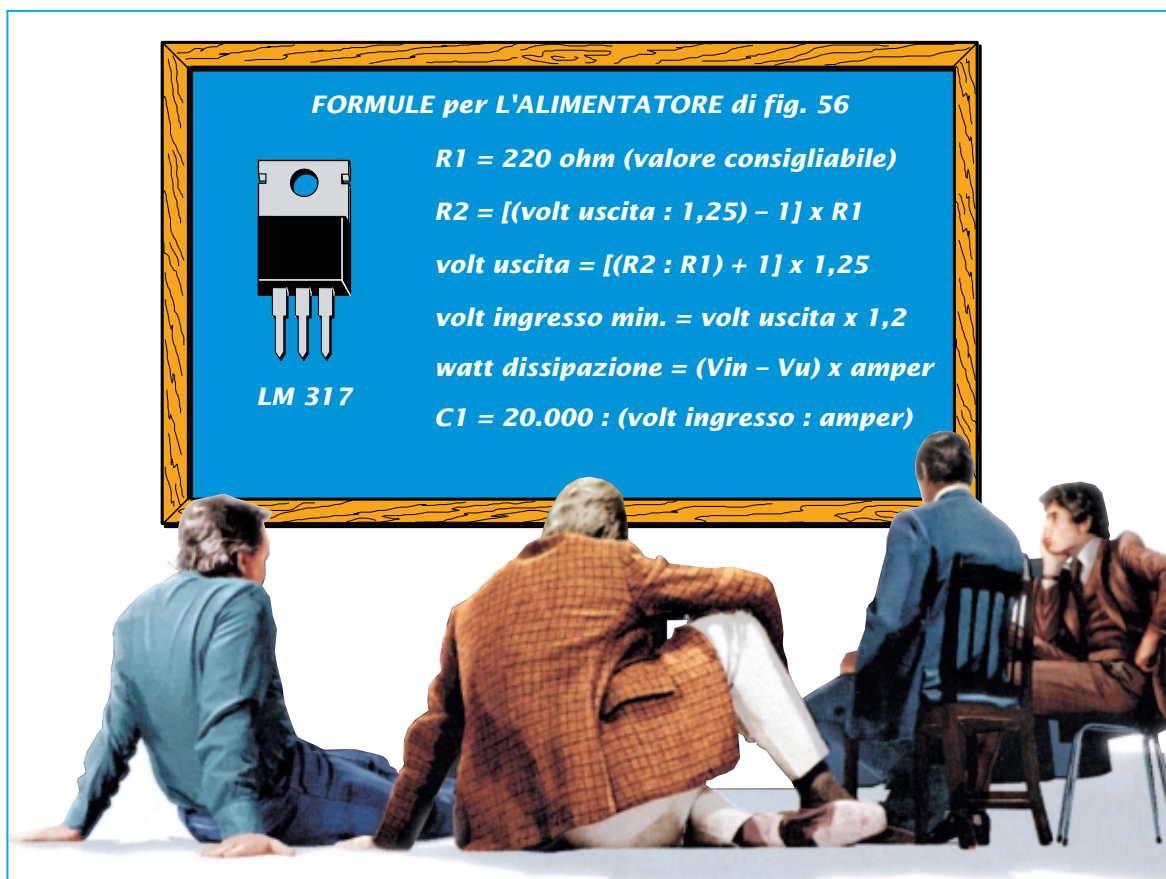
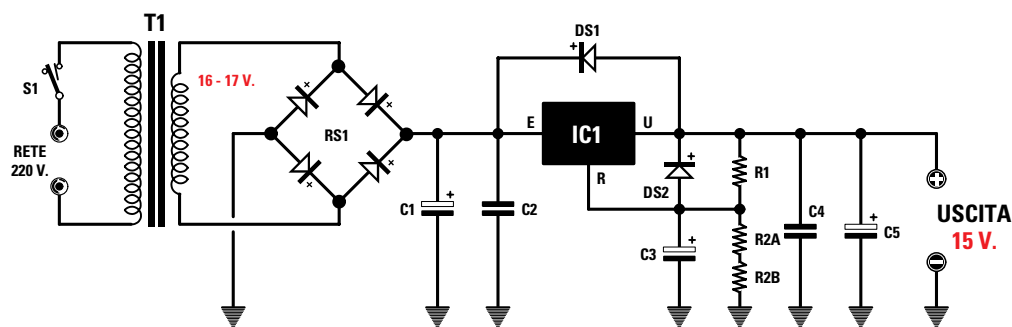



Fig.56 Schema elettrico di un alimentatore stabilizzato per tensioni Positive in grado di fornire in uscita una tensione fissa di 15 volt e una corrente massima di 1,5 amper.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 220 ohm
R2/A = 2.200 ohm
R2/B = 220 ohm
C1 = 2.200 microF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 220 microF elettrolitico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 220 microF elettrolitico
RS1 = ponte raddrizzatore
DS1-DS2 = diodi al silicio
IC1 = integrato LM.317
T1 = trasformatore da 25 watt secondario 16 volt 1,5 amper

aumentiamo la tensione d'ingresso, più il corpo dell'integrato si **scalderà** durante il funzionamento.

Ammesso di applicare sull'ingresso **E** una tensione di **22 volt** e di scegliere per la resistenza **R1** un valore di **220 ohm**, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** utilizzando la formula:

R2 = [(volt uscita : 1,25) – 1] x R1

[(15 : 1,25) – 1] x 220 = 2.420 ohm

valore che otterremo collegando in **serie** una resistenza da **2.200 ohm** ad una da **220 ohm**.

Conoscendo il valore delle resistenze **R1-R2**, potremo conoscere quale tensione preleveremo dal terminale d'uscita **U** utilizzando la formula:

volt uscita = [(R2 : R1) + 1] x 1,25

Quindi con una **R2** da **2.420 ohm** e una **R1** da **220 volt** otterremo in uscita una tensione di:

[(2.420 : 220) + 1] x 1,25 = 15 volt

Per calcolare la **capacità** del condensatore elettrolitico **C1** con una tensione d'ingresso di **22 volt** e prevedendo di prelevare una corrente massima di **1,5 amper**, useremo la formula:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

quindi ci serve una **capacità** non minore di:

20.000 : (22 : 1,5) = 1.363 microfarad

Poichè questo valore non è standard useremo una capacità di **2.200 microfarad**.

Per gli elettrolitici **C3-C5** sceglieremo una capacità **10 volte** minore di **C1**, quindi potremmo usare **100 microfarad** oppure **220 microfarad**.

PER AUMENTARE gli AMPER in USCITA

Volendo ottenere in uscita una **corrente maggiore** rispetto agli **1,5 amper** forniti dall'integrato, dovremo aggiungere un **transistor** di **potenza**.

Se abbiamo un integrato che stabilizza le sole tensioni **positive**, cioè della serie **LM.317**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **PNP** e modificare lo schema come visibile in fig.57.

Se abbiamo un integrato che stabilizza le sole tensioni **negative**, cioè della serie **LM.337**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **NPN** e modificare la schema come visibile in fig.58.

Dobbiamo farvi presente che il transistor di **potenza** inserito eroga la corrente **supplementare** che l'**integrato** non è in grado di fornire.

Sapendo che questi integrati erogano una corren-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

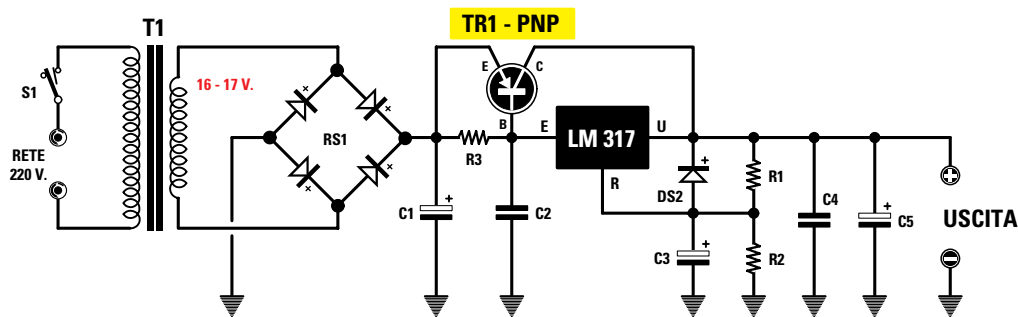



Fig.57 Volendo prelevare da un integrato Positivo LM.317 una corrente maggiore di 1,5 amper, dovremo aggiungere un transistor di potenza PNP e collegarlo come visibile nello schema. Per calcolare il valore della resistenza R3 collegata tra la Base e l'Emettitore del transistor di potenza TR1, leggere l'articolo.

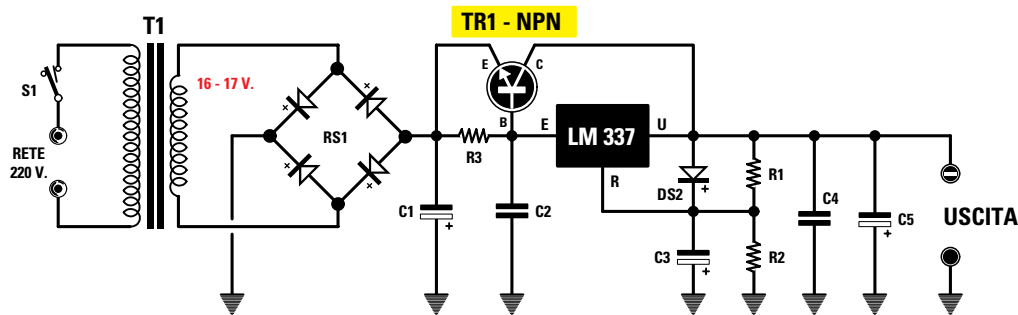



Fig.58 Volendo prelevare da un integrato Negativo LM.337 una corrente maggiore di 1,5 amper, dovremo aggiungere un transistor di potenza NPN e collegarlo come visibile nello schema. Usando l'integrato LM.337 dovremo invertire la polarità del diodo DS2 e quella dei condensatori elettrolitici C1-C3-C5 (vedi fig.57).

te massima di **1,5 amper**, nel caso si volesse prelevare una corrente di **2 amper** è consigliabile far assorbire all'integrato stabilizzatore solo **0,2 amper** per non sovraccaricarlo e poi far erogare la differenza al **transistor** di **potenza**.

Per portare in conduzione il **transistor** di **potenza** quando la corrente supera **0,2 amper**, dovremo polarizzare la sua **B**ase con una resistenza (vedi **R3**), il cui valore dipende dalla **Hfe** del transistor.

CALCOLARE il valore della R3

Per calcolare il valore di **R3** la soluzione più semplice è eseguire queste tre operazioni:

1° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **B**ase del transistor **TR1** che indichiamo **Ib**:

Ib = amper massimi : Hfe

2° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella resistenza **R3** che indichiamo **IR3**:

IR3 = 0,2 – Ib

Nota = il numero **0,2** è la **massima** corrente che vogliamo prelevare dall'integrato stabilizzatore.

3° Calcolare il valore ohmico della **R3** con questa semplice formula:

R3 in ohm = 0,7 : IR3

Nota = il numero **0,7** è il valore della **tensione** minima da applicare sulla **B**ase del transistor per poterlo portare in **conduzione**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un alimentatore che fornisca in uscita una tensione di **12 volt 2 amper** utilizzando un transistor **PNP** con una **Hfe = 30**.

Soluzione = All'integrato **LM.317** faremo erogare una corrente massima di soli **0,2 amper** e la differenza di **1,9 amper** verrà erogata dal transistor di **potenza**.
Come prima operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor **TR1**:

2 amper Max : Hfe 30 = 0,0666 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0666** e volendo far erogare all'integrato solo **0,2 amper**, potremo calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **R3**:

0,2 – 0,0666 = 0,1334 valore corrente su IR3

Conoscendo il valore che scorre nella **R3** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,1334 = 5,24 ohm

valore che potremo arrotondare a **5 ohm**.

Importante = Il corpo dell'**integrato** stabilizzatore e quello del transistor di **potenza** vanno sempre fissati sopra ad un'**aletta** di **raffreddamento** per poter dissipare velocemente il **calore** generato.

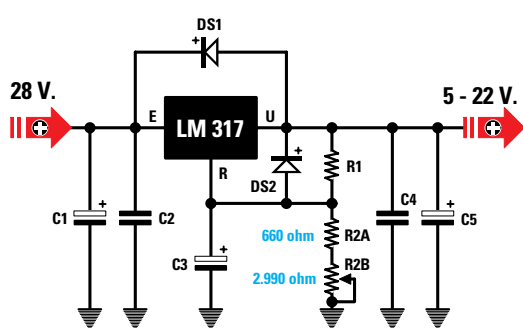



**Fig.59 Per realizzare un alimentatore in grado di fornire in uscita una tensione variabile da 5 a 22 volt dovremo utilizzare per R2/A una resistenza da 660 ohm e per R2/B un potenziometro da 2.990 ohm.
Per ottenere 660 ohm collegheremo in serie due resistenze da 330 ohm.**

ALIMENTATORE stabilizzato VARIABILE

Per ottenere in uscita una tensione variabile da un minimo di **5 volt** ad un massimo di **22 volt** bisogna utilizzare, in sostituzione della resistenza **R2**, un **potenziometro lineare** (vedi fig.59).

Per ottenere la tensione massima di **22 volt** dovremo applicare sul terminale **E** una tensione che **non** risulti **minore** di:

22 x 1,2 = 26,4 volt

quindi potremo applicare sul suo ingresso una tensione **continua** di **27-28-29-30 volt**.

A questo punto, assumendo come valore di **R1 220 ohm**, calcoleremo il valore della **R2** per ottenere in uscita **22 volt**:

R2 = [(volt uscita : 1,25) – 1] x R1

[(22 : 1,25) – 1] x 220 = 3.652 ohm valore di **R2**

Dopodichè calcoleremo quale valore dovrebbe avere la resistenza **R2** per ottenere **5 volt**:

[(5 : 1,25) – 1] x 220 = 660 ohm

valore che otterremo collegando in **serie** due resistenze da **330 ohm**.

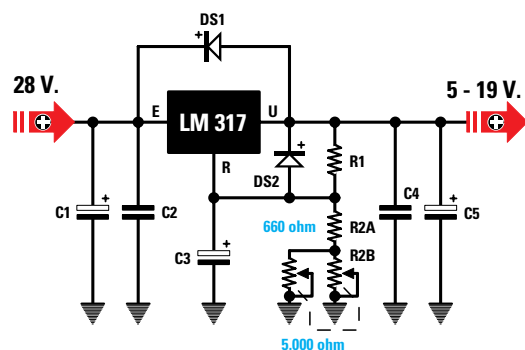



Fig.60 Poichè non riusciremo mai a trovare un potenziometro da 2.990 ohm, per risolvere il problema potremo utilizzare un doppio potenziometro da 5.000 ohm collegandolo in parallelo. Poichè da questo parallelo otteniamo solo 2.500 ohm, la massima tensione non supererà i 19 volt.

In serie a queste due resistenze dovremo poi collegare un **potenziometro** che chiameremo **R2/B**, il cui valore dovrebbe risultare pari a:

3.652 – 660 = 2.992 ohm

valore che può essere arrotondato a **2.990 ohm**.
Non essendo reperibile un potenziometro di tale valore, potremo utilizzare un **doppio** potenziometro **lineare** da **5.000 ohm** collegandone i terminali in **parallelo** e in questo modo otterremo il valore di **2.500 ohm**.

Poichè il valore di **R2/B** è di **2.500 ohm** e non di **2.992 ohm** come richiesto, vorremmo conoscere quale tensione **massima** preleveremo sull'uscita dell'integrato ruotando il potenziometro, in modo da inserire in **serie** alle due resistenze da **330 ohm** la sua massima resistenza da **2.500 ohm**.

Ruotando il potenziometro per la sua **massima** resistenza, il valore **totale** di **R2** risulterà di:

2.500 + 330 + 330 = 3.160 ohm

quindi la **massima** tensione che potremo prelevare non sarà più di **22 volt** bensì di:

[(3.160 : 220) + 1] x 1,25 = 19,2 volt

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, rimarremo con il solo valore di **330 + 330 = 660 ohm**, quindi la **minima** tensione rimarrà sempre di **5 volt**:

[(660 : 220) +1] x 1,25 = 5 volt

Per ottenere in uscita una tensione di **22 volt** dovremmo sacrificare la **minima** tensione sostituendo le due resistenze da **330 ohm** con una sola resistenza da **1.200 ohm**.

Ruotando il potenziometro per la sua **massima** resistenza di **2.500 ohm**, sommeremo a questa il valore di **1.200 ohm** e, in tal modo, otterremo un valore **totale** di **3.700 ohm**.

Con questo valore in uscita preleveremo:

[(3.700 : 220) + 1] x 1,25 = 22,27 volt

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza rimarremo con il solo valore di **1.200 ohm**, quindi la **minima** tensione che potremo prelevare sarà di:

[(1.200 : 220) + 1] x 1,25 = 8 volt

L'INTEGRATO LM.317 come STABILIZZATORE di CORRENTE

L'integrato **LM.317**, oltre ad essere utilizzato come stabilizzatore di **tensione**, lo potremo utilizzare anche per stabilizzare la **corrente** d'uscita.

Usandolo come stabilizzatore di **tensione**, sappiamo già che regolando l'integrato per fornire in uscita una qualsiasi tensione potremo alimentare circuiti che assorbono **0,1 - 0,5 - 1,5 amper** perchè, anche se varia la **corrente**, la **tensione** rimarrà sempre **stabile** sul valore prefissato.

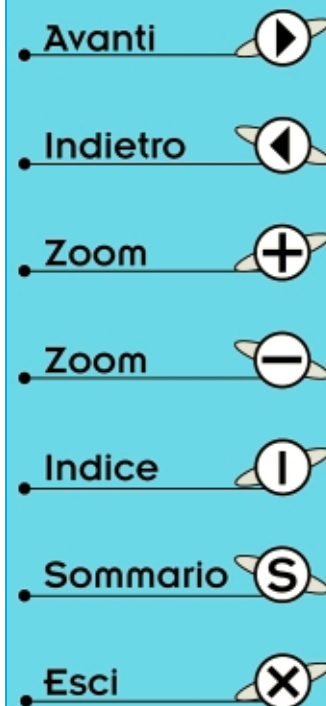
Usandolo come stabilizzatore di **corrente**, se regoliamo l'integrato per fornire in uscita una corrente di **0,3 amper** ed applichiamo sulla sua uscita dei circuiti che richiedono una tensione di **5 - 9 - 12 - 15 volt**, questi preleveranno dall'alimentatore una **corrente fissa** di **0,3 amper** indipendentemente dal valore della tensione di alimentazione.

Gli **stabilizzatori** di **corrente**, conosciuti più comunemente come **generatori** di **corrente costante**, vengono utilizzati per ricaricare le pile al **nichel-cadmio**, o le batterie al **piombo**, oppure per alimentare dei circuiti in cui risulta più importante controllare la **corrente** anzichè la **tensione**.

Per trasformare un alimentatore in uno stabilizzatore di **corrente** occorre solo collegare tra il terminale **U** e **R** una resistenza **R1** di valore calcolato.

In questo modo, dalla sua uscita preleveremo una **corrente stabilizzata**, ma poichè pochi riescono a capire come l'integrato possa stabilizzare una **corrente**, cercheremo di spiegarlo partendo dallo schema riportato in fig.61, dove vediamo il terminale **R** collegato a **massa** ed il terminale **U** collegato anch'esso a **massa** tramite la **R1**.

Come potete notare, questo schema risulta molto simile a quello di uno stabilizzatore di **tensione** (vedi fig.55) solo che manca la resistenza **R2**.

Indipendentemente dal valore ohmico della resistenza **R1**, sull'uscita dell'integrato preleveremo sempre una **tensione** stabilizzata di **1,25 volt**.

Infatti, se consideriamo la formula per calcolare i **volt** d'uscita dell'integrato **LM.317**, cioè:

volt uscita = [(R2 : R1) + 1] x 1,25

sapendo che la **R2** è di **0 ohm**, anche se sceglieremo per **R1** un valore di **1,2 ohm** oppure di **330 ohm** o **10.000 ohm**, sull'uscita preleveremo sempre una tensione di **1,25 volt** (vedi fig.62):

[(0 : 1,2) + 1] x 1,25 = 1,25 volt

[(0 : 330) + 1] x 1,25 = 1,25 volt

[(0 : 10.000) + 1] x 1,25 = 1,25 volt

LA CORRENTE al variare della R1

Sapendo che inserendo tra il terminale **U** e **R** una resistenza di qualsiasi valore, ai suoi capi ci ritroveremo sempre una tensione di **1,25 volt**, è ovvio che in questa scorrerà una **corrente** che potremo calcolare con la formula:

amper = volt : ohm

Quindi ammesso di utilizzare come valori di resistenze **6,8 - 100 - 220 ohm**, in queste scorrerà una **corrente** di:

1,25 : 6,8 = 0,183 amper

1,25 : 100 = 0,0125 amper

1,25 : 220 = 0,0056 amper

Nota = Moltiplicando il valore degli **amper** per **1.000** otterremo la conversione in **milliamper**.

Se ora **scolleghiamo** da **massa** la resistenza **R1** e la colleghiamo al terminale **R** e poi tra il terminale **R** e la **massa** colleghiamo un qualsiasi **carico** (vedi fig.63), in questo scorrerà la stessa **corrente** che scorre nella resistenza **R1**.

CALCOLARE il valore di R1

Volendo conoscere quale valore ohmico dovremo utilizzare per **R1** per ottenere in uscita una determinata **corrente** dovremo usare la formula:

ohm = 1,25 : amper

Nota = **1,25** è la tensione che l'integrato stabilizzatore **LM.317** fornisce sulla sua uscita.

Se il valore della **corrente** è espresso in **milliam-**

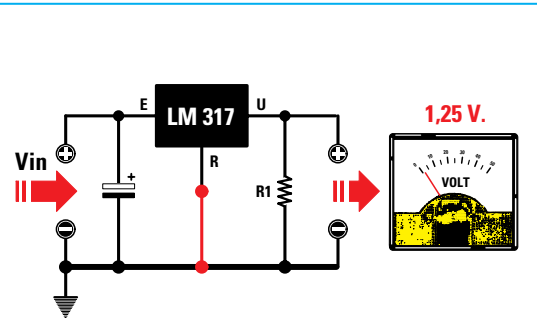



Fig.61 Se colleghiamo a massa il terminale R dell'integrato e così facciamo per la resistenza R1, in uscita, preleveremo una tensione stabilizzata di 1,25 volt.

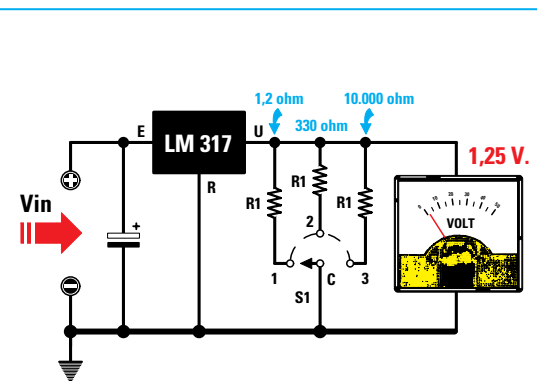



Fig.62 Anche se il valore della resistenza R1 risultasse di 1,2 ohm, 330 ohm o 10.000 ohm, la tensione in uscita rimarrà fissa sul valore di 1,25 volt.

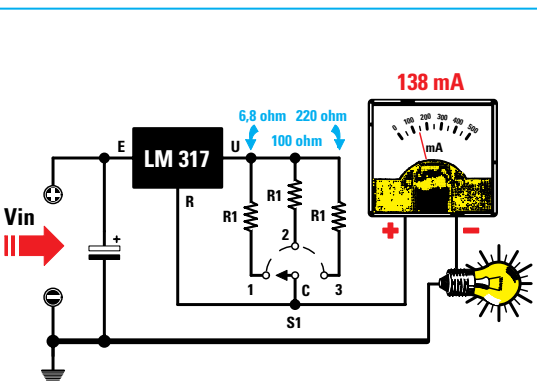



Fig.63 Se con un commutatore rotativo colleghiamo il terminale R su diversi valori di R1, da questo terminale preleveremo la stessa corrente che scorre in R1.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

per anzichè in **amper**, dovremo modificare la formula come segue:

ohm = (1,25 : milliamper) x 1.000

Ammesso di voler realizzare un **generatore** di **corrente costante** in grado di fornire in uscita una corrente di **138 milliamper**, dovremo applicare tra il terminale **R-U** una resistenza da:

(1,25 : 138) x 1.000 = 9 ohm

Poichè non riusciremo a trovare questo valore ohmico, potremo collegare in parallelo **2** resistenze da **18 ohm** e in questo modo otterremo:

18 : 2 = 9 ohm

Se sui terminali d'uscita di questo **generatore** di **corrente costante** applichiamo come **carico** tre **resistenze** con i seguenti valori ohmici:

30 ohm – 80 ohm – 100 ohm

poichè in queste resistenze deve scorrere una corrente di **138 milliamper** è ovvio che, variando il loro valore ohmico e rimanendo fissa la **corrente**, dovrà variare la **tensione** d'uscita.

Per conoscere quale **tensione** fornirà l'integrato su questi carichi di **30-80-100 ohm** useremo questa formula:

volt = (ohm x milliamper) : 1.000

quindi ai capi di queste resistenze ci ritroveremo con i seguenti valori di tensione:

(30 x 138) : 1.000 = 4,14 volt (vedi fig.64)
(80 x 138) : 1.000 = 11,0 volt (vedi fig.65)
(100 x 138) : 1.000 = 13,8 volt (vedi fig.66)

Importante = Nei **generatori** di **corrente costante** se sul terminale d'uscita **U** non risulta applicato nessun **carico** ci ritroveremo la **stessa** tensione presente sul terminale **E**.
Quindi se sull'ingresso vi sono **20 volt**, sul terminale d'uscita saranno presenti, senza **nessun** carico, **20 volt** e se vi sono **24,5 volt**, sul terminale d'uscita saranno presenti, senza **nessun** carico, **24,5 volt**.

La tensione in uscita **scenderà** solo quando applicheremo sui due terminali **+/–** un **carico**, che potrebbe essere costituito da una **resistenza**, oppure da una **pila** da **ricaricare**, ecc.

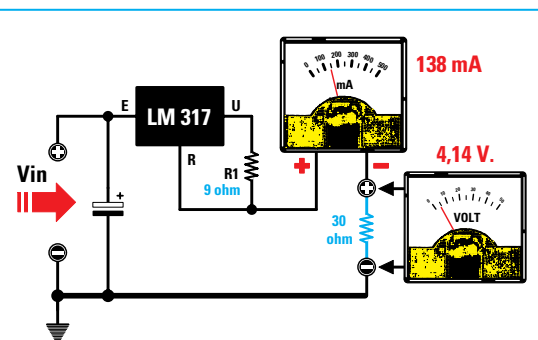



Fig.64 Se il valore di R1 fosse di 9 ohm in uscita preleveremo 138 mA, indipendentemente dal valore ohmico del carico. Collegando sull'uscita una resistenza da 30 ohm, ai suoi capi ci ritroveremo una tensione pari a 4,14 volt.

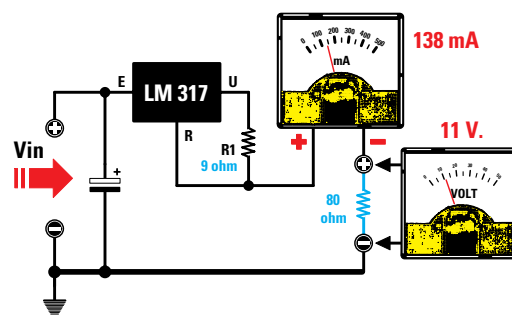



Fig.65 Se nello stesso circuito di fig.64 colleghiamo come carico una resistenza da 80 ohm, l'integrato aumenterà il valore della tensione d'uscita da 4,14 a 11 volt in modo da far scorrere in questa resistenza da 80 ohm una corrente di 138 mA.

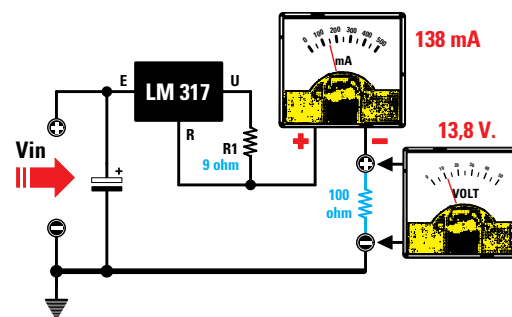



Fig.66 Se sostituiamo la resistenza da 80 ohm con una da 100 ohm, l'integrato aumenterà il valore della tensione d'uscita da 11 volt a 13,8 volt in modo da far scorrere in questa resistenza da 100 ohm una corrente di 138 mA.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un **Generatore** di **corrente costante** per ricaricare delle pile al **nichel-cadmio**, quindi vorremmo conoscere quali valori di resistenze utilizzare per ottenere le **correnti** necessarie per la loro carica.

Soluzione = Come prima operazione controlleremo la **capacità** delle **pile** da ricaricare, che viene normalmente indicata sull'involucro in **mAh**, che significa **milliamper-ora**.
I **volt** delle pile non interessano, perchè il **generatore** di **corrente costante** provvederà automaticamente a far giungere ai capi di ogni pila la **tensione** richiesta.

Ammesso di avere tre pile con sopra indicato:

300 mAh - 500 mAh - 1.000 mAh

questo significa che esse possono alimentare per **1 ora** circa dei circuiti che assorbono una corrente di **300 - 500 -1.000 mA**.

Se abbiamo una pila da **500 mAh** ed alimentiamo un circuito che assorbe **60 milliamper**, questa avrà una autonomia di **500 : 60 = 8 ore** circa.

Se con la stessa pila alimentiamo un circuito che assorbe **120 milliamper**, questa avrà una autonomia di **500 : 120 = 4 ore** circa.

Facciamo presente che per **ricaricare** una pila al **nichel-cadmio** occorre utilizzare una **corrente** che risulti **10 volte minore** rispetto ai **mAh** indicati sul suo involucro e tenerla sotto carica per un tempo di circa **10 ore**, o meglio ancora per un **20%** in più, quindi per un totale di **12 ore**.
Per le tre pile prese come esempio ci occorrono queste diverse **correnti**:

30 mA per ricaricare la pila da **300 mAh**
50 mA per ricaricare la pila da **500 mAh**
100 mA per ricaricare la pila da **1.000 mAh**

Conoscendo il valore delle correnti richieste, cioè **30-50-100 mA**, potremo calcolare il valore delle resistenze **R1** da applicare tra i due terminali **U-R** dell'integrato:

(1,25 : 30) x 1.000 = 41,66 ohm

(1,25 : 50) x 1.000 = 25,00 ohm

(1,25 : 100) x 1.000 = 12,50 ohm

Poichè questi valori **non** sono standard, li potremo ottenere collegando in **parallelo** o in **serie** più resistenze in modo da avvicinarci il più possibile al valore richiesto:

41,66 ohm = valore che otterremo collegando in parallelo **2** resistenze da **82 ohm**;
25,0 ohm = valore che otterremo collegando in parallelo **4** resistenze da **100 ohm**;
12,5 ohm = valore che otterremo collegando in **serie** ad una resistenza da **5,6 ohm** una seconda resistenza da **6,8 ohm**.

Tramite un **commutatore** rotativo a **3 posizioni**

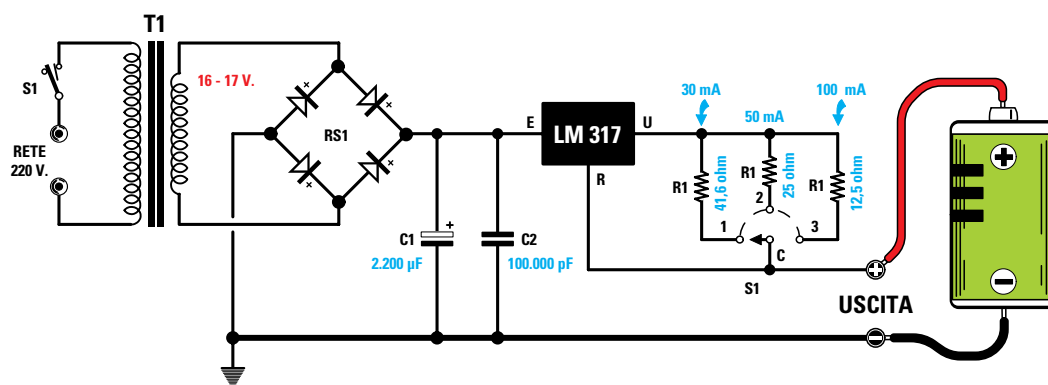



Fig.67 Se volessimo realizzare un alimentatore per ricaricare delle pile al nichel-cadmio da 300 mAh-500 mAh-1.000 mAh, sapendo che la corrente di ricarica deve risultare 1/10 della capacità massima, dovremo calcolare il valore delle tre resistenze R1 in modo da prelevare in uscita 30-50-100 mA. Il valore di queste tre resistenze si calcola con la formula "ohm = (1,25 : milliamper) x 1.000", quindi otterremo 41,6-25-12.5 ohm.

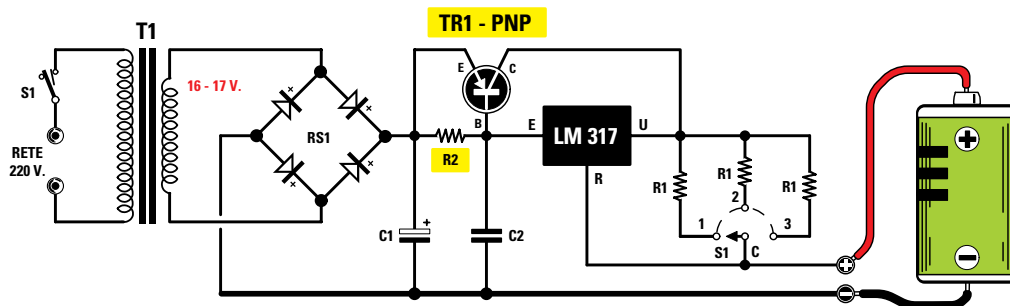



Fig.68 Se in uscita volessimo prelevare una corrente maggiore di 1,5 amper, dovremmo aggiungere un transistor di potenza PNP collegandolo come visibile nello schema.
Per calcolare il valore della resistenza R1 useremo la formula "ohm = 1,25 : amper", mentre per calcolare il valore della resistenza R2 consigliamo di leggere l'articolo.

collegheremo all'integrato le resistenze richieste come appare evidenziato in fig.67.

PER ottenere più CORRENTE

Volendo ottenere in uscita una **corrente** maggiore rispetto agli **1,5 amper** che l'integrato **LM.317** è in grado di erogare, dovremo aggiungere un transistor di **potenza PNP** (vedi fig.68).
Il valore della resistenza **R1** andrà calcolato con la formula:

R1 in ohm = 1,25 : amper

Per calcolare il valore della resistenza **R2** dovremo eseguire queste tre operazioni:

1° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **B**ase del transistor **TR1** che indichiamo **Ib**:

Ib = amper massimi : Hfe

2° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella resistenza **R2** che indichiamo **IR2**:

IR2 = amper erogati dall'integrato – Ib

3° Calcolare il valore ohmico della **R2** con questa semplice formula:

R2 in ohm = 0,7 : IR2

Nota = il numero **0,7** è il valore della **tensione** minima da applicare sulla **B**ase del transistor **TR1** per poterlo portare in **conduzione**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un **generatore** di **corrente costante** che eroghi una corrente di **2,2 amper**, utilizzando un transistor di potenza **PNP** che sappiamo ha una **Hfe = 35**.

Soluzione = All'integrato **LM.317** faremo erogare una corrente massima di soli **0,2 amper** per non sovraccaricarlo e la differenza di **2 amper** la faremo erogare al transistor di **potenza**.

Come prima operazione calcoleremo il valore della resistenza **R1** con la formula:

R1 in ohm = 1,25 : amper

1,25 : 2,2 = 0,568 ohm

valore che potremo ottenere collegando in **parallelo** due resistenze da **1,2 ohm**.

Come seconda operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor **TR1**:

2,2 amper totali : Hfe 35 = 0,0628 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0628** e volendo far erogare all'integrato solo **0,2 amper**, potremo calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **R2**:

0,2 – 0,0628 = 0,1372 valore corrente **IR2**

Conoscendo il valore che deve scorrere nella **R2** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,1372 = 5,10 ohm

valore che otterremo collegando in parallelo due resistenze da **10 ohm**.

Importante = Il corpo dell'**integrato** stabilizzatore e quello del transistor di **potenza** devono essere sempre fissati sopra un'**aletta** di **raffreddamento** per dissipare velocemente il **calore** generato.

Fig.69 Foto dell'alimentatore duale da 5-9-12-15 volt, in grado di erogare una corrente massima di 1,2 amper.

ALIMENTATORE DUALE da 1,2 AMPER

Completata la lettura di questa Lezione, se vi chiedessimo di progettare un alimentatore **duale** per ottenere una tensione **positiva** di **12 volt** e una tensione **negativa** di **12 volt**, scegliereste senza indugio un integrato **7812** per la tensione **positiva** e un integrato **7912** per la tensione **negativa** ed infatti questa è la soluzione da adottare.

Se invece vi chiedessimo di progettare un alimentatore **duale** in grado di fornire in uscita quattro valori di tensione, **5-9-12-15 volt positivi** e **5-9-12-15 volt negativi**, scegliereste un integrato **LM.317** per la tensione **positiva** e un integrato **LM.337** per la tensione **negativa**, poi con un **doppio** commutatore colleghereste tra il terminale **R** e la **massa** di ogni integrato delle resistenze calcolate precedentemente per poter ottenere in uscita le quattro tensioni richieste (vedi fig.70).

In **teoria** questa soluzione è corretta, ma all'atto **pratico** il circuito può presentare un piccolo inconveniente causato dalla **tolleranza** delle resistenze presenti nel commutatore.

Pertanto non è da escludere che, commutando il **doppio** commutatore sui **9 volt**, sull'uscita **positiva** sia presente la tensione richiesta di **9 volt**, mentre sull'uscita **negativa** una tensione di **8,5 volt** oppure di **9,5 volt**.

Commutando il **doppio** commutatore sui **12 volt**, sull'uscita **positiva** potrebbe essere presente una tensione di **11,4 volt**, mentre sull'uscita **negativa** una tensione di **12,8 volt** o viceversa.

Per ottenere in uscita una tensione **duale** perfettamente **simmetrica**, anzichè modificare il valore delle resistenze poste tra i due terminali **R** e la **massa** degli integrati **LM.317** e **LM.337**, conviene utilizzare lo schema riportato in fig.71.

Come noterete, tra il terminale **R** e la **massa** di entrambi gli integrati viene applicata una resistenza da **3.300 ohm** (vedi **R1-R2**) e sui due terminali **R** viene applicata, tramite il commutatore rotativo **S2**, una **sola** resistenza per ogni valore di tensione che si desidera ottenere.

Usando una **sola** resistenza, la tensione che preleveremo sui due rami **positivo** e **negativo** risulterà perfettamente **simmetrica**.
Quindi, se sul ramo **positivo** fosse presente una tensione di **11,99 volt**, anche sul ramo **negativo** troveremmo **11,99 volt** e se sul ramo **positivo** fosse presente una tensione di **12,03 volt**, anche sul ramo **negativo** troveremmo **12,03 volt**.

Il commutatore rotativo **S2** a **4 posizioni** inserito nel progetto ci permette di ottenere in uscita le tensioni più comunemente utilizzate, cioè:

5+5 - 9+9 - 12+12 - 15+15 volt

Poichè la massima tensione che desideriamo ottenere è stata prefissata sui **15+15 volt**, dovremo applicare sui terminali **E** dei due integrati una tensione continua di circa **16 volt**.

Quindi il trasformatore da utilizzare dovrà avere un **doppio** secondario in grado di fornire una **tensione** di **16+16 volt 1,5 amper**.

Per calcolare la capacità dei condensatori elettro-

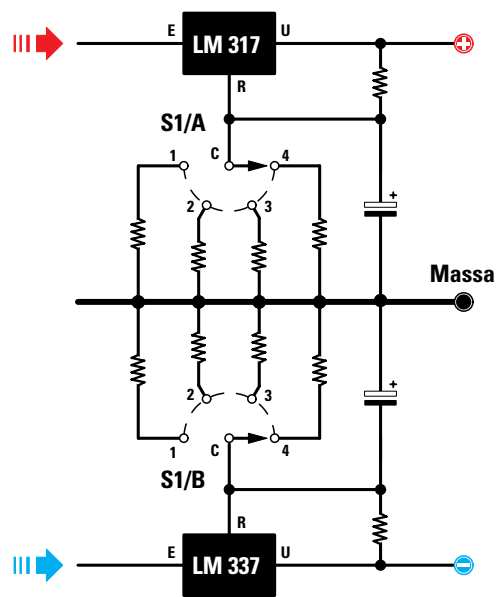



Fig.70 Se vi chiedessimo di progettare un alimentatore duale in grado di fornire 4 diverse tensioni, tutti realizzereste questo schema che utilizza un doppio commutatore (vedi S1/A-S1/B), un integrato LM.317 per la tensione positiva e un integrato LM.337 per la tensione negativa.

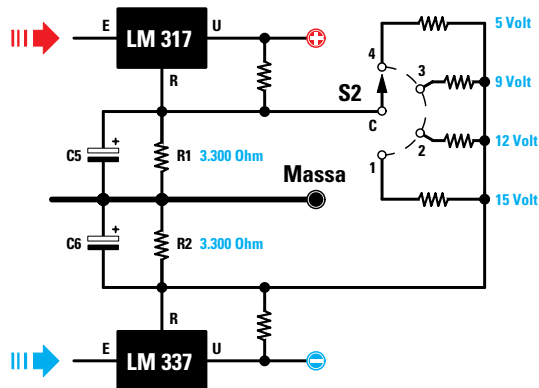



Fig.71 Lo schema di fig.70 non riuscirà mai a fornire in uscita due tensioni perfettamente identiche. Per ovviare a tale difetto, consigliamo di utilizzare questo schema che, oltre a risultare molto più semplice, permette di ottenere in uscita delle tensioni perfettamente bilanciate.

litici **C1-C2** dovremo usare questa formula:

microfarad = 40.000 : (volt : amper)

e non quella che utilizza il numero **20.000** perchè **metà** del ponte raddrizzatore **RS1** viene utilizzato per raddrizzare le semionde **negative** e l'altra metà per raddrizzare le semionde **positive**.

Poichè nei terminali **E** entra una tensione continua di circa **22 volt** e poichè in **uscita** potremmo prelevare fino ad un **massimo** di **1,5 amper**, per **C1-C2** ci servirà una capacità **non** minore di:

40.000 : (22 : 1,5) = 2.727 microfarad

Poichè questo valore non è standard, ci conviene usare per **C1-C2** un condensatore elettrolitico di capacità **maggiore**, cioè da **4.700 microfarad**.

A questo punto dovremo calcolare i valori delle resistenze che si dovrebbero applicare tra il terminale **R** e la **massa** se usassimo un **solo** integrato.

Per i **5 volt** sarebbe necessaria una resistenza da:

[(5 : 1,25) – 1] x 220 = 660 ohm

Per i **9 volt** una resistenza da:

[(9 : 1,25) – 1] x 220 = 1.364 ohm

Per i **12 volt** una resistenza da:

[(12 : 1,25) – 1] x 220 = 1.892 ohm

Per i **15 volt** una resistenza da:

[(15 : 1,25) – 1] x 220 = 2.420 ohm

Poichè abbiamo già una resistenza da **3.300 ohm** (vedi **R1-R2**) collegata tra il terminale **R** e la **massa**, dovremo calcolare quale valore è necessario applicare in **parallelo** a queste resistenze da **3.300 ohm** per ottenere i valori ohmici sopra riportati.

Per saperlo, dovremo svolgere l'operazione **inversa** che si esegue per ricavare il valore ohmico di due resistenze poste in **parallelo**, vale a dire:

(R1 x R2) : (R1 – R2)

quindi ci servono questi nuovi valori:

(3.300 x 660) : (3.300 – 660) = 825 ohm

(3.300 x 1.364) : (3.300 – 1.364) = 2.325 ohm

(3.300 x 1.892) : (3.300 – 1.892) = 4.434 ohm

(3.300 x 2.420) : (3.300 – 2.420) = 9.075 ohm

Infatti, collegando in parallelo ad una resistenza da **3.300 ohm** i valori sopra riportati otterremo:

(3.300 x 825) : (3.300 + 825) = 660 ohm

(3.300 x 2.325) : (3.300 + 2.325) = 1.364 ohm

(3.300 x 4.434) : (3.300 + 4.434) = 1.891,9 ohm

(3.300 x 9.075) : (3.300 + 9.075) = 2.420 ohm

Poichè nel circuito sono presenti **due** resistenze da **3.300 ohm** (vedi **R1-R2**), dovremo ovviamente **raddoppiare** i valori precedentemente calcolati.

Per i **5+5 volt** ci occorre una resistenza da:

825 + 825 = 1.650 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
1.500+150 = 1.650 ohm (vedi **R7-R8**).

Per **9+9 volt** ci occorre una resistenza da:

2.325 + 2.325 = 4.650 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
3.300+150+1.200 = 4.650 ohm (**R9-R10-R11**).

Per i **12+12 volt** ci occorre una resistenza da:

4.434 + 4.434 = 8.868 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
8.200+330+330 = 8.860 ohm (**R12-R13-R14**).

Per i **15+15 volt** ci occorre una resistenza da:

9.075 + 9.075 = 18.150 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
150+18.000 = 18.150 ohm (**R15-R16**).

Abbiamo ritenuto opportuno riportare passo per passo tutte le operazioni da svolgere per calcolare il valore di queste resistenze, in modo che chi volesse realizzare un alimentatore con tensioni diverse saprà come procedere.

Nota = Se calcolando la somma delle resistenze poste in **serie** vi ritroverete con una differenza in più o in meno di **pochi** ohm rispetto al valore richiesto, non preoccupatevi, perchè in uscita si otterranno delle differenze di pochi **millivolt**.

I diodi **DS1-DS2-DS3** presenti nel circuito servono per proteggere i due integrati stabilizzatori, mentre il trimmer **R5** serve per correggere la **simmetria** della tensione **duale** come spiegheremo nel capitolo dedicato alla **taratura**.

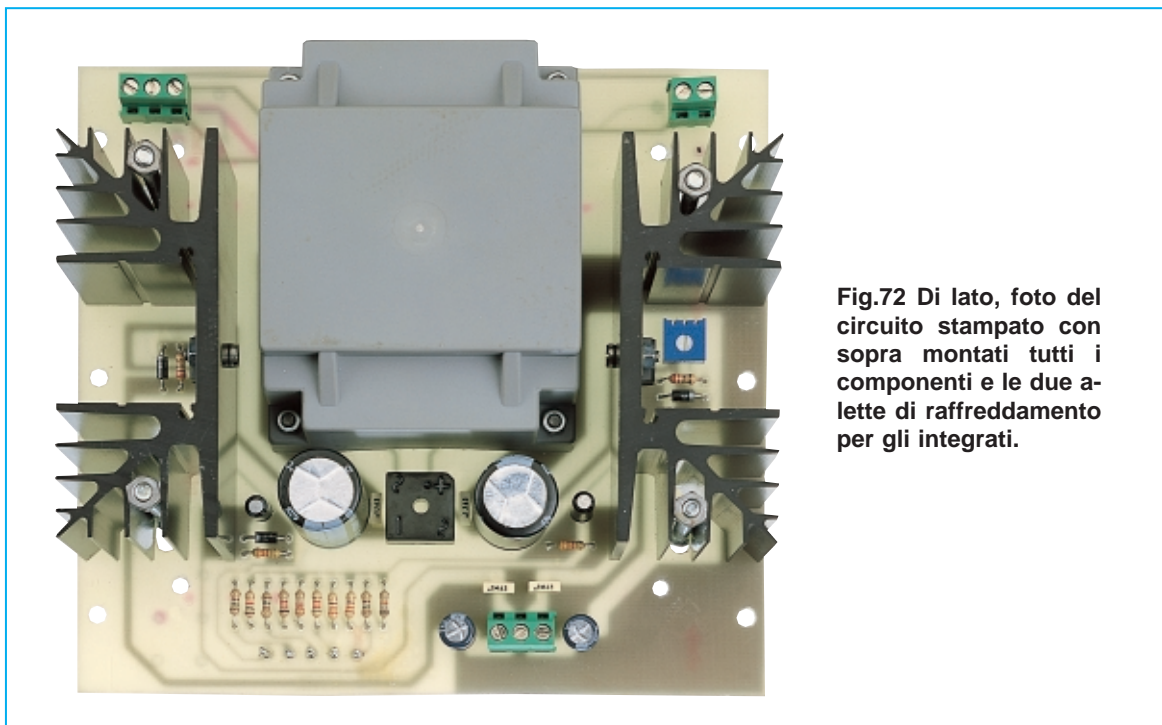



Fig.72 Di lato, foto del circuito stampato con sopra montati tutti i componenti e le due alette di raffreddamento per gli integrati.

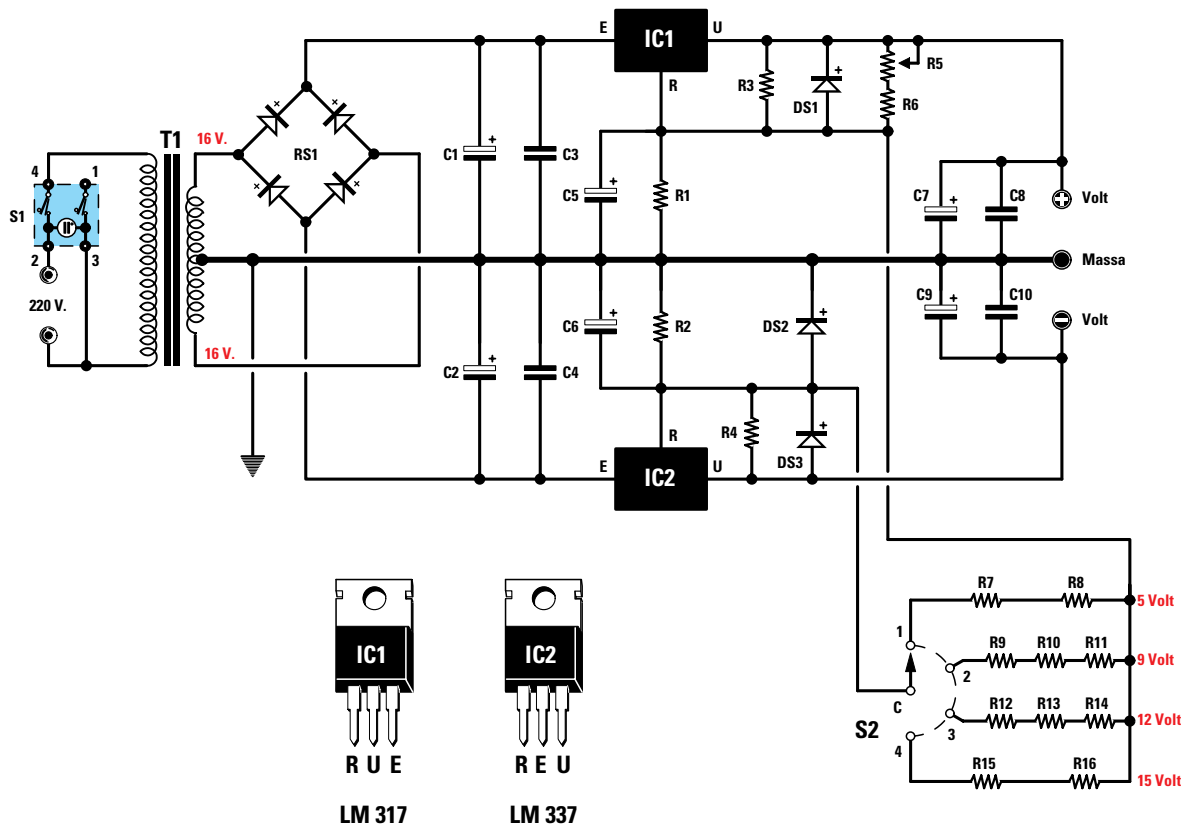
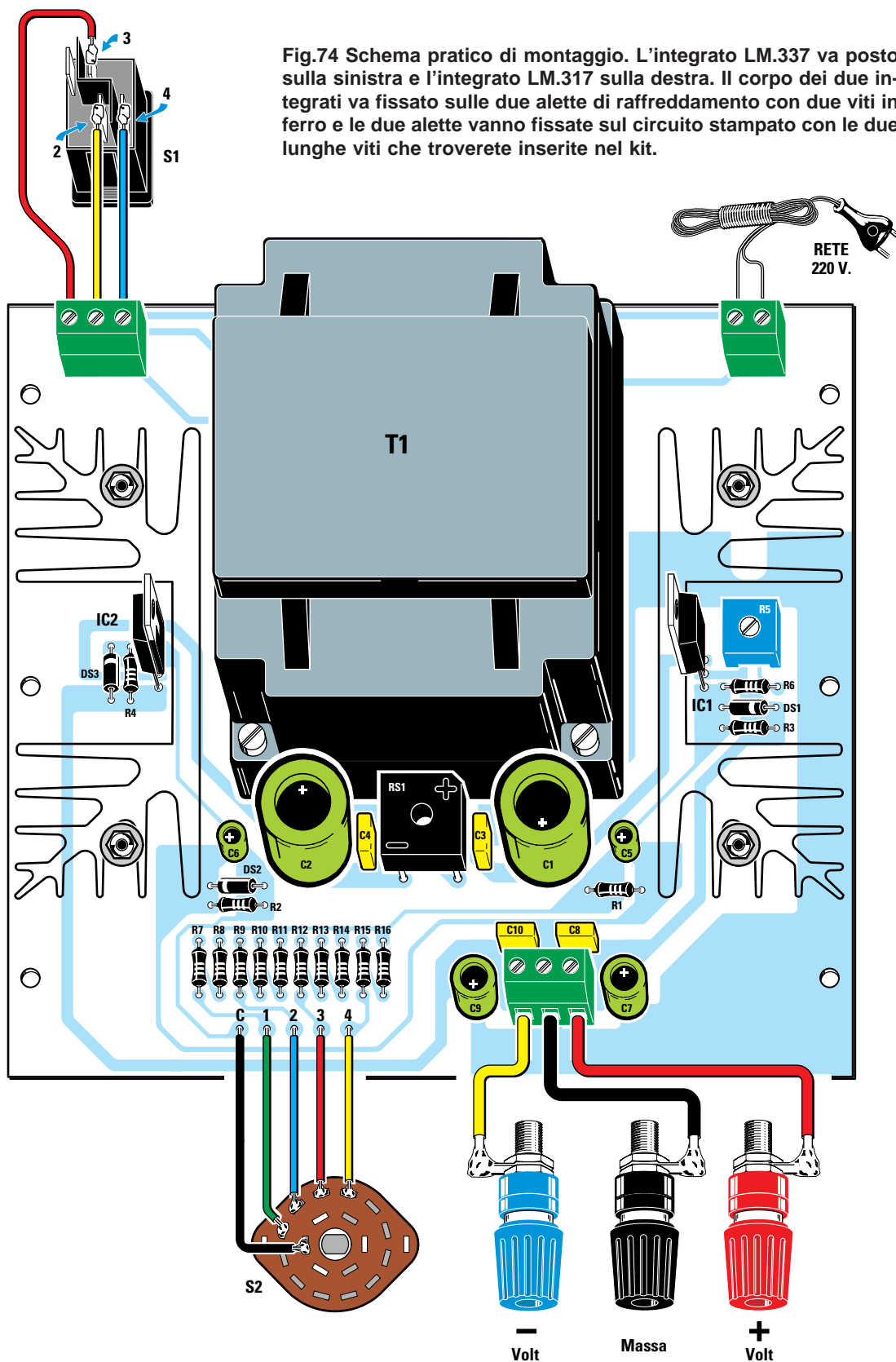



Fig.73 Schema elettrico dell'alimentatore duale, elenco dei componenti e connessioni dei terminali E-R-U dei due integrati stabilizzatori LM.317 e LM.337. Nella pagina di destra è riprodotto lo schema pratico che evidenzia la disposizione dei vari componenti.

ELENCO COMPONENTI LX.5030

R1 = 3.300 ohm
R2 = 3.300 ohm
R3 = 390 ohm
R4 = 220 ohm
R5 = 500 ohm trimmer
R6 = 220 ohm
R7 = 150 ohm
R8 = 1.500 ohm
R9 = 150 ohm
R10 = 1.200 ohm
R11 = 3.300 ohm
R12 = 8.200 ohm
R13 = 330 ohm
R14 = 330 ohm
R15 = 150 ohm
R16 = 18.000 ohm
C1 = 4.700 mF elettrolitico
C2 = 4.700 mF elettrolitico
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 10 mF elettrolitico
C6 = 10 mF elettrolitico
C7 = 220 mF elettrolitico
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 220 mF elettrolitico
C10 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo silicio 1N.4007
DS2 = diodo silicio 1N.4007
DS3 = diodo silicio 1N.4007
IC1 = integrato LM.317
IC2 = integrato LM.337
RS1 = ponte raddrizzatore
T1 = trasform. 50 watt (T050.04)
sec. 16+16 volt 1,5 amper
S1 = interruttore con lampada
S2 = commutatore rotativo
3 vie 4 posizioni

Nota = tutte le resistenze
sono da 1/4 watt.

Fig.74 Schema pratico di montaggio. L'integrato LM.337 va posto sulla sinistra e l'integrato LM.317 sulla destra. Il corpo dei due integrati va fissato sulle due alette di raffreddamento con due viti in ferro e le due alette vanno fissate sul circuito stampato con le due lunghe viti che troverete inserite nel kit.

Nel titolo abbiamo scritto che da questo alimentatore si può prelevare una corrente massima di **1 amper**, ma in pratica possiamo prelevare:

- per i **15 volt** una corrente massima **1,5 amper**
- per i **12 volt** una corrente massima **1,2 amper**
- per i **9 volt** una corrente massima **0,9 amper**
- per i **5 volt** una corrente massima **0,7 amper**

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti riportati nell'elenco relativo allo schema elettrico di fig.73 devono essere montati sul circuito stampato **LX.5030** visibile in fig.74.

Come prima operazione inserite tutte le **resistenze**, verificando sui loro corpi il **codice** dei **colori** per evitare di inserire un valore ohmico in una posizione errata.
Poichè quasi sempre ci si accorge di questo **errore** solo quando si va a cercare un valore che non si riesce a trovare, vi consigliamo di metterle tutte su un tavolo ponendo vicino a ciascuna di esse un cartellino con indicato il loro valore in ohm.

In questo modo, se nelle fasce colore avete letto un valore errato, alla fine vi ritroverete con una resistenza in meno, quindi risulterà più facile ricercare sul tavolo quella alla quale avete erroneamente assegnato un valore che non è il suo.
Dopo aver saldato una resistenza, vi conviene tranciare subito l'eccedenza dei due terminali con un paio di tronchesine.

Dopo le resistenze potete inserire tutti i **diodi** al **silicio**, orientando il lato del loro corpo contornato da una **fascia bianca** così come appare evidenziato nello schema pratico di fig.74.
Se per errore invertirete la polarità di un solo diodo il circuito **non** funzionerà.
Proseguendo nel montaggio, inserite il **trimmer R5**, ruotando subito a **metà corsa** il suo cursore, poi i quattro condensatori **poliestere** ed il ponte raddrizzatore **RS1**, orientando i due terminali **+/–** così come indicato nello schema pratico di fig.74.
Completata questa operazione, potete inserire tutti i **condensatori** elettrolitici, rispettando la polarità dei due terminali.
Se sul corpo **non** trovate il segno **+**, ricordatevi che il terminale **positivo** è quello **più lungo**.

Il terminale **positivo** del condensatore **C1** va rivolto verso la morsettiera d'uscita, mentre quello del condensatore **C2** va rivolto verso **T1**.

Il terminale **positivo** del condensatore **C5** va rivolto verso il condensatore **C1**, mentre quello del condensatore **C6** verso l'aletta di **IC2**.

Il terminale **positivo** del condensatore **C7** va rivolto verso il trasformatore **T1**, mentre quello del condensatore **C9** va rivolto in senso opposto.
Nelle posizioni indicate nello schema pratico di fig.74, dovete inserire la morsettiera a **2 poli** per entrare con la tensione di rete dei **220 volt**, quella a **3 poli** per l'interruttore di rete **S1** ed un'altra a **3 poli** per prelevare la tensione **duale**.

A questo punto prendete i due integrati stabilizzatori **IC1-IC2** e fissateli sulle **alette** di **raffreddamento** che troverete nel kit.
Quando li inserite nel circuito stampato dovete collocare l'**LM.337** sulla sinistra del trasformatore **T1** e l'**LM.317** sulla destra, dopodichè dovete fissare le alette sul circuito stampato con le quattro lunghe viti in ferro inserite nel kit.

Per ultimo inserite il trasformatore di alimentazione **T1**, fissando anche questo sul circuito stampato con le quattro viti in ferro.

A questo punto potete fissare il circuito stampato all'interno del mobile con quattro viti autofilettanti, poi sfilare il suo pannello frontale e su questo fissate il commutatore **S2**, l'interruttore di rete **S1** e

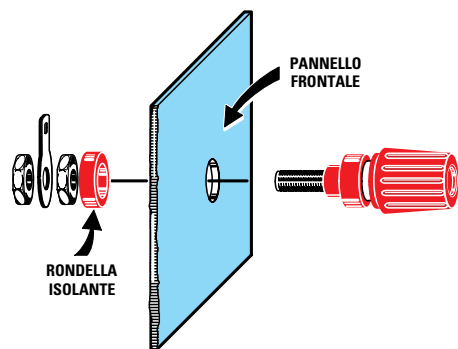



Fig.75 Prima di fissare i tre morsetti sul pannello frontale del mobile, sfilate dal loro corpo la rondella isolante posteriore e reinseritela nel retro del pannello onde isolare il loro corpo dal metallo del pannello.

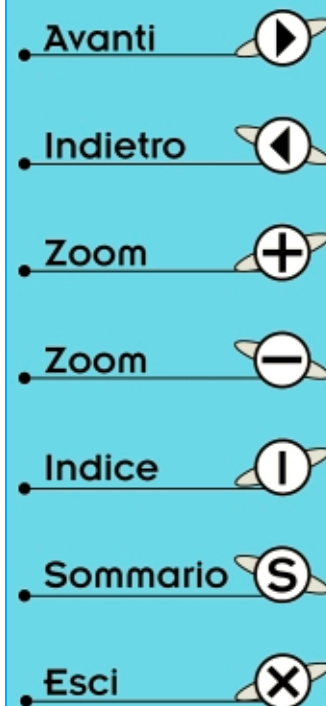
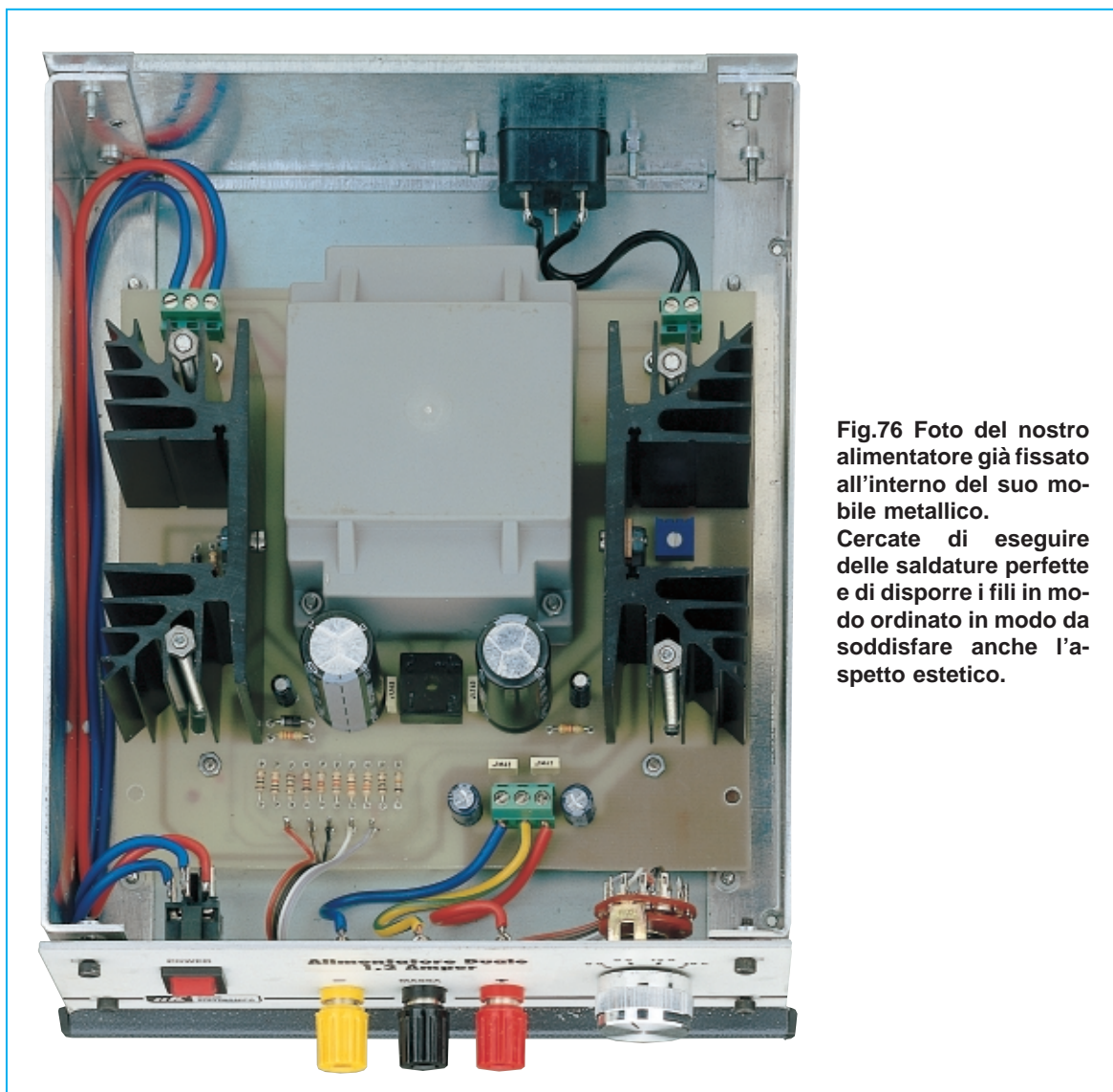



Fig.76 Foto del nostro alimentatore già fissato all'interno del suo mobile metallico.
Cercate di eseguire delle saldature perfette e di disporre i fili in modo ordinato in modo da soddisfare anche l'aspetto estetico.

le boccole per prelevare la tensione **duale**.
Prima di fissare il commutatore rotativo **S2** dovete accorciare il suo **perno**, in modo che il corpo della manopola rimanga distanziato dal pannello frontale di **1 mm** circa.

Quando fissate sul pannello i tre **morsetti** colorati per l'uscita della tensione duale dovete sfilare dal loro corpo la rondella di plastica, per reinserirla poi nel retro del pannello (vedi fig.75).
Se inserite i tre morsetti **senza** sfilare questa rondella di plastica, metterete in **cortocircuito** le tensioni d'uscita con il metallo del pannello.

Il morsetto di colore **rosso** lo useremo per la tensione **positiva**, quello di colore **blu** o **giallo** per la tensione **negativa** ed il terzo, di colore **nero** per la **massa**.

L'interruttore **S1** va inserito a pressione nella finestra del pannello. Questo interruttore dispone di quattro terminali, perchè al suo interno è presente una lampadina al **neon** che si accende quando vengono forniti i 220 volt al trasformatore **T1**.

Per non sbagliarvi nelle connessioni, controllate quale **numero** è stampigliato sul corpo, in prossimità di ciascun terminale e, dopo averlo individuato, collegate il filo del terminale **2** nel foro **centrale** della morsettiera, il filo del terminale **3** nel foro di **sinistra** e quello del terminale **4** nel foro di **destra**.
Con dei corti spezzoni di filo di rame ricoperto in plastica collegate i terminali **C-1-2-3-4**, visibili in basso, ai terminali del commutatore rotativo cercando di non invertirli (vedi fig.74).
Prima di chiudere il mobile, dovete tarare il trimmer **R5** come spieghiamo più avanti.

MONTAGGIO nel MOBILE

Completato il montaggio, dovete inserire nei quattro fori presenti sullo stampato le **torrette metalliche** lunghe **10 mm** che troverete nel kit.
Queste torrette servono per fissare il circuito stampato sul piano del mobile e anche per tenere **distanziate** le sottostanti **piste** in **rame** dal metallo del mobile onde evitare **cortocircuiti**.
Come appare evidenziato nelle foto, sul pannello frontale del mobile vanno fissate le tre boccole d'uscita, non dimenticando di sfilare dal loro corpo la rondella di plastica che va poi **reinserita** dalla parte interna del pannello, quindi il commutatore rotativo e l'interruttore di rete pressandolo nell'asola presente a sinistra.

Prima di fissare il commutatore rotativo è necessario accorciare il suo perno con un seghetto, quanto basta per tenere la sua **manopola** distante **1 mm** o poco più dal pannello.
Sul pannello posteriore dovete fissare nell'apposita asola la **presa maschio** della tensione di rete.

TARATURA

Completato il montaggio, la tensione in uscita **non** risulterà perfettamente **simmetrica** fino a quando non avrete tarato il trimmer **R5**.
Per tarare questo trimmer procedete come segue:

- ruotate il cursore del trimmer **R5** a metà corsa;
- ruotate il commutatore **S2** sui **15+15 volt**;
- collegate un **tester** alle boccole d'uscita **15 volt negativi** e **15 volt positivi** e leggete il valore di tensione che dovrebbe risultare pari a **30 volt**;
- se la tensione dovesse risultare di **29,5 volt** oppure di **31,4 volt**, sapete già che quest'**errore** è da attribuire alla **tolleranza** delle resistenze **R15-R16**;
- ammesso di leggere tra le due boccole un valore di tensione di **30,2 volt**, collegate il **tester** tra la boccola **positiva** e la **massa**;
- qui dovreste leggere esattamente la **metà** della tensione **totale**, cioè **30,2 : 2 = 15,1 volt**;
- ammesso che il valore di questa tensione **non** risulti simmetrico, ruotate il cursore del trimmer **R5** fino a leggere **15,1 volt**;
- agendo su questo trimmer potrebbe variare il valore della tensione **totale**, quindi ricollegate il **tester** tra le due boccole **negativa** e **positiva** e, ammesso di leggere **30,1 volt**, misurate nuovamente la tensione presente tra la boccola **positiva** e la **massa**;
- se leggete **15,1 volt**, ritoccate leggermente il cursore del trimmer **R5** in modo da leggere **metà** tensione, cioè **30,1 : 2 = 15,05 volt**;
- ottenuta una perfetta **simmetria** dei due bracci, il trimmer **non** deve più essere toccato;
- ora provate a ruotare il commutatore **S2** sulle sue **4** posizioni e, in tal modo, dovreste leggere:

5+5 - 9+9 - 12+12 - 15+15 volt

A causa delle **tolleranze** delle resistenze, queste tensioni potranno risultare minori o maggiori di qualche **millivolt**, comunque risulteranno tutte perfettamente **simmetriche**.

Quindi se sulla portata dei **12+12 volt** rileverete una tensione di **11,8+11,8 volt** o di **12,3+12,3 volt**, questa differenza può essere tollerata; infatti, un circuito che richiede una tensione di alimentazione di **12+12 volt** è in grado di funzionare anche se viene alimentato con una tensione maggiore o minore del **5%**.

Se la tensione in uscita dovesse risultare leggermente **minore** rispetto al valore richiesto, si dovrebbe **aumentare** di pochi ohm il valore ohmico di una delle due o tre resistenze poste in **serie**, se invece dovesse risultare leggermente **maggiore** si dovrebbe **ridurre** il valore di una sola di queste resistenze.

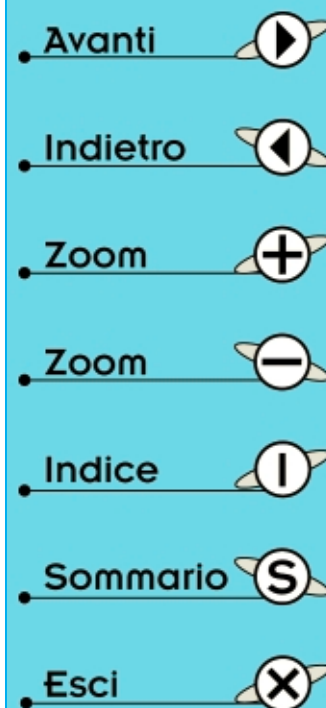
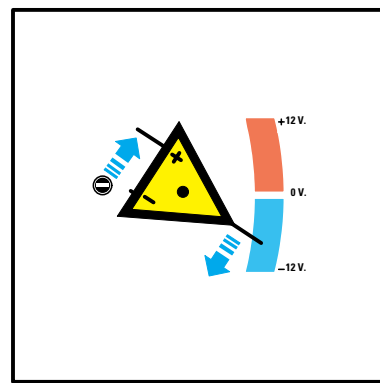
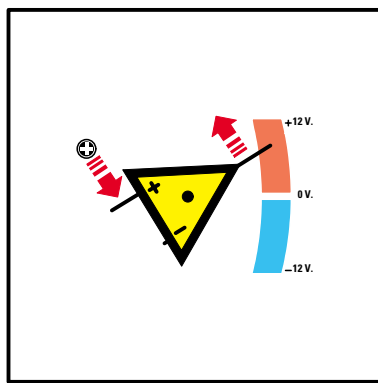
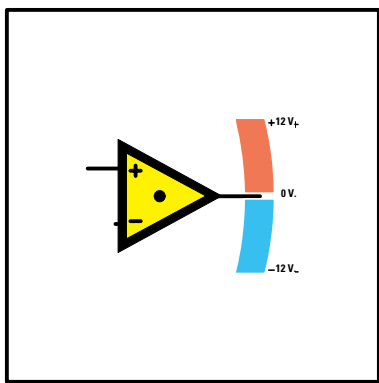
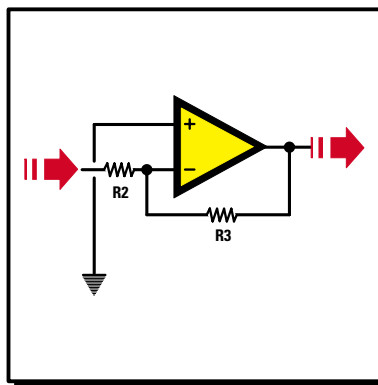
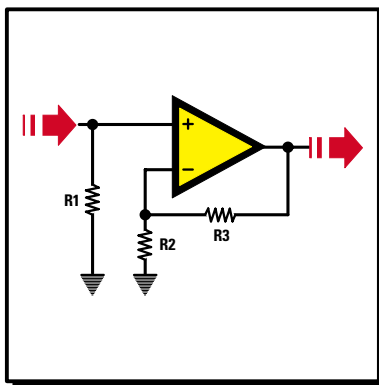
Non preoccupatevi se prelevando la **massima** corrente per mezz'ora o più, le due alette di raffreddamento si surriscalderanno.
Tenete presente che una temperatura di lavoro di **40-50 gradi** è da considerarsi normale.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare l'alimentatore **duale LX.5030** completo di circuito stampato, trasformatore di alimentazione, alette di raffreddamento, integrati, boccole, manopola per il commutatore S2 più un cordone di rete 220 volt, cioè tutti i componenti visibili in fig.74, **escluso** il solo mobile metallico
Lire 99.800 Euro 51,54

Costo del mobile metallico **MO.5030** completo di mascherina forata e serigrafata
Lire 35.000 Euro 18,08

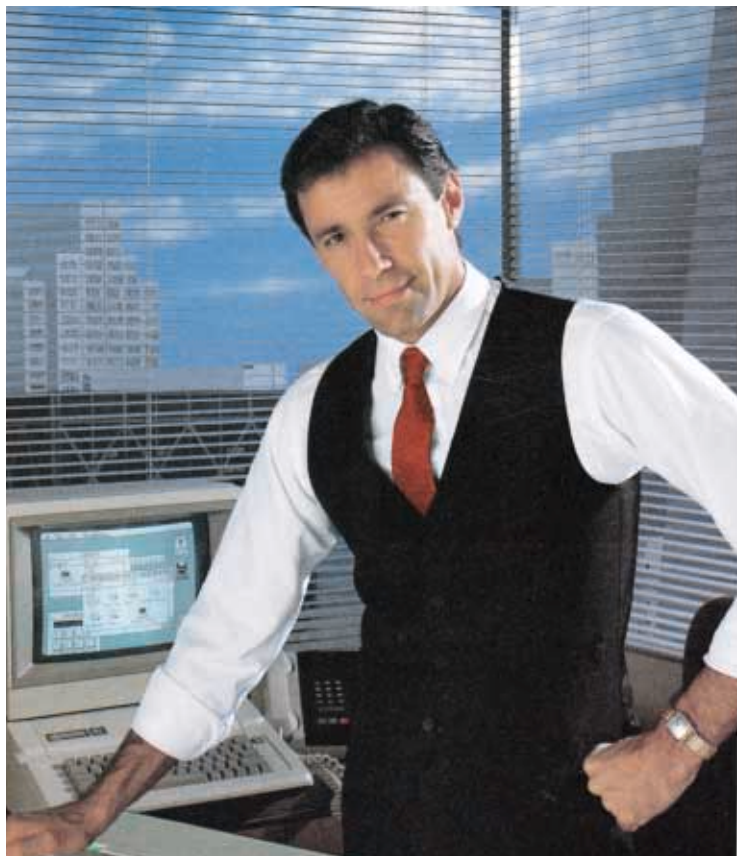
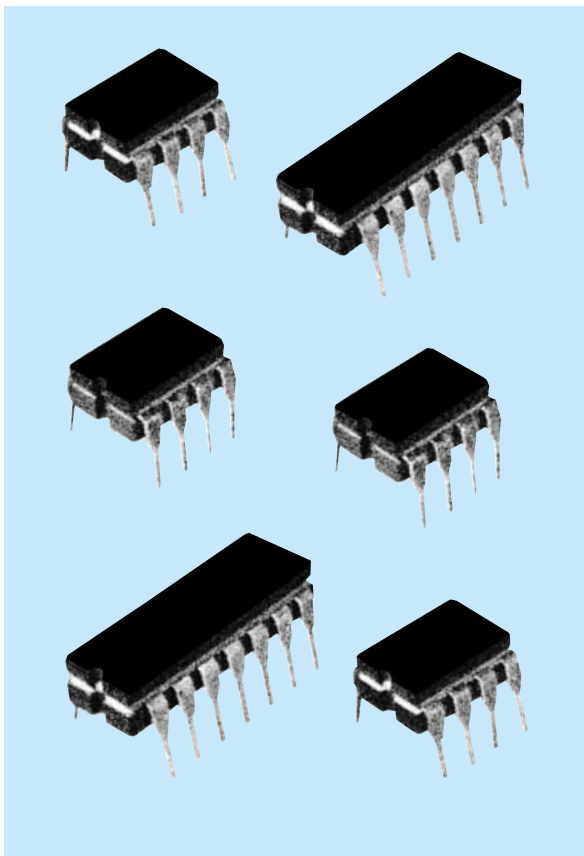
Costo del solo circuito stampato **LX.5030**
Lire 21.000 Euro 10,85

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Per amplificare i segnali di BF non vi sono solo i **transistor** e i **fet**, ma anche degli integrati chiamati **amplificatori operazionali**.
Gli operazionali vengono rappresentati con il simbolo di un **triangolo** provvisto di **due ingressi** contrassegnati **+/–** e di un solo piedino d'**uscita** situato sulla punta del triangolo.
All'interno di questo "triangolo" è presente un complesso circuito elettronico composto da **15-17 transistor** o **fet** e da tutte le necessarie resistenze di polarizzazione, quindi per far funzionare tali componenti è sufficiente aggiungere esternamente solo poche resistenze.

Gli operazionali, oltre ad essere utilizzati come **preamplificatori**, possono essere usati anche come **comparatori-raddrizzatori-miscelatori-oscillatori-filtri** di **BF**, pertanto una volta compreso come interagiscono i due piedini d'**ingresso** sul loro funzionamento, scoprirete che è più semplice polarizzare e usare un operazionale piuttosto che un transistor.

Anche se quasi tutti gli operazionali sono progettati per essere alimentati con una tensione **duale**, è possibile farlo anche con una tensione **singola** aggiungendo al circuito elettrico due sole resistenze ed un condensatore elettrolitico.

Per completare questa Lezione vi spieghiamo come usare gli operazionali per realizzare due semplici ed economici **Generatori** di segnali **BF**, che vi serviranno per controllare o riparare preamplificatori o stadi finali di bassa frequenza.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Gli operazionali sono integrati che conviene studiare con impegno perchè, una volta appreso come funzionano, con poche resistenze e condensatori si possono realizzare validi:

preamplificatori BF
amplificatori differenziali
comparatori di tensione
miscelatori di segnali BF
oscillatori di bassa frequenza
filtri passa/basso - passa/alto, ecc.
squadratori di tensione
convertitori corrente/tensione
generatori di corrente costante
raddrizzatori di segnali BF

Per iniziare vi diremo che all'interno di questi integrati è presente un complesso circuito elettronico, che appare riprodotto nelle figg.103-104.

In tutti gli schemi elettrici questi amplificatori operazionali vengono rappresentati con il simbolo **grafico** di un **triangolo** (vedi fig.77).

Da un lato sono presenti due **ingressi**, uno indicato con il segno **+** e l'altro con il segno **–** e dal lato opposto, quello della punta, il terminale d'**uscita**.

Il terminale contrassegnato dal segno **+** viene chiamato ingresso **non invertente** e quello contrassegnato dal segno **–** viene chiamato ingresso **invertente** e tra poco ne comprenderete il motivo.

Negli schemi elettrici raramente sono indicati i due terminali di **alimentazione** e ciò è fonte di molti problemi non solo per i principianti, ma anche per i tecnici che li utilizzano per la prima volta.

Solo nelle connessioni dello zoccolo (vedi fig.78) i due piedini di alimentazione sono contrassegnati con **+V** e **–V** per indicare che occorre alimentarli con una tensione **duale**, vale a dire con una tensione **positiva** ed una **negativa** rispetto alla **massa** (vedi fig.79).

Inizialmente molti commettono l'errore di collegare il terminale **+V** alla tensione **positiva** di alimentazione e il terminale **–V** a **massa**, con la conseguenza che l'operazionale si rifiuta di funzionare.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Facciamo presente che tutti gli operazionali possono essere alimentati anche con una tensione **singola**, modificando il circuito come avremo modo di spiegarvi più avanti.

I DUE PIEDINI D'INGRESSO +/–

Per capire come interagiscono i due piedini **+/–** sul funzionamento di un operazionale, supponiamo di prendere un **triangolo** e di fissarlo con un chiodo ad una parete in modo che la sua **punta** si trovi in posizione orizzontale (vedi fig.80).

Con la **punta** in posizione orizzontale, sul piedino d'**uscita** sarà presente una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa** solo se l'operazionale risulta alimentato da una tensione **duale**.

INGRESSO con il simbolo +

Ammesso che l'operazionale risulti alimentato da una tensione **duale** di **12+12 volt**, se sul piedino **non invertente +** applichiamo una tensione **positiva** (vedi in fig.81 la **freccia rossa** che spinge verso il **basso**), la **punta** del triangolo devierà verso la tensione **positiva** dei **12 volt**.

Se su questo stesso piedino **+** applichiamo una tensione **negativa** (vedi in fig.82 la **freccia blu** che spinge verso l'**alto**), la **punta** del triangolo devierà verso la tensione **negativa** dei **12 volt**.

Visto che applicando su questo **ingresso +** una tensione **positiva** sull'**uscita** si ottiene una tensione **positiva** e applicando una tensione **negativa** si ottiene una tensione **negativa**, questo ingresso viene chiamato **non invertente** perchè la polarità del segnale applicato sull'ingresso si preleva dal piedino d'uscita **non invertita**.

In fig.83 è riprodotto lo schema elettrico di uno stadio amplificatore che utilizza l'ingresso **non invertente**:

- sul piedino d'uscita abbiamo applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- sul piedino d'ingresso **non invertente +** abbiamo applicato la resistenza **R1** verso **massa**;
- sull'opposto ingresso **invertente –** abbiamo applicato verso **massa** la resistenza **R2** ed una seconda resistenza siglata **R3** risulta applicata tra questo piedino e quello d'**uscita**.

Se sull'ingresso **+** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.83), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt**.

Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **po-**

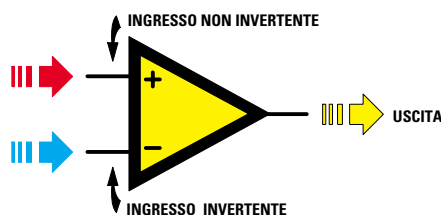



Fig.77 In tutti gli schemi elettrici gli operazionali vengono rappresentati con il simbolo di un triangolo. Da un lato sono presenti due ingressi, uno indicato con + e l'altro indicato con –. Il piedino d'uscita è sempre posto sul lato della punta.

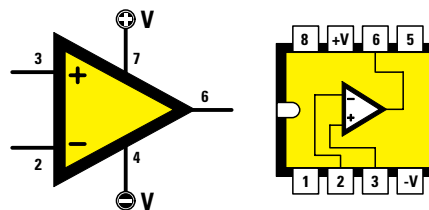



Fig.78 Nei simboli grafici vengono quasi sempre omessi i due terminali di alimentazione +V –V che, invece, sono presenti nelle connessioni dello zoccolo. I due simboli +V e –V indicano che l'integrato va alimentato con una tensione Duale.

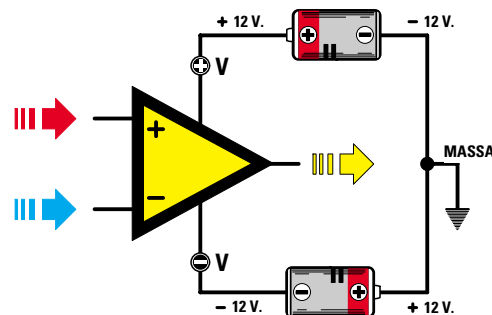



Fig.79 Quindi sul terminale +V dovremo applicare una tensione Positiva rispetto a Massa e sul terminale – V una tensione Negativa rispetto a Massa. Per ottenere una tensione duale di 12+12 volt potremo usare due pile collegate in serie.

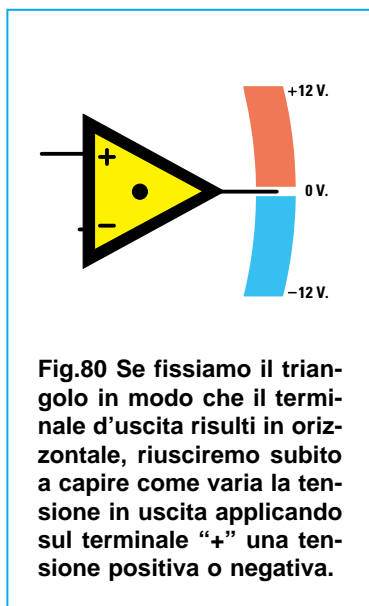



Fig.80 Se fissiamo il triangolo in modo che il terminale d'uscita risulti in orizzontale, riusciremo subito a capire come varia la tensione in uscita applicando sul terminale "+" una tensione positiva o negativa.

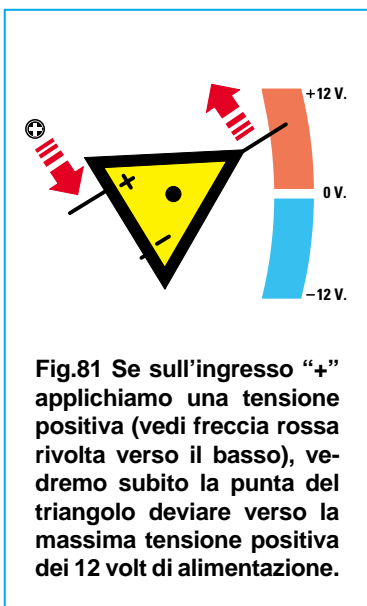



Fig.81 Se sull'ingresso "+" applichiamo una tensione positiva (vedi freccia rossa rivolta verso il basso), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione positiva dei 12 volt di alimentazione.

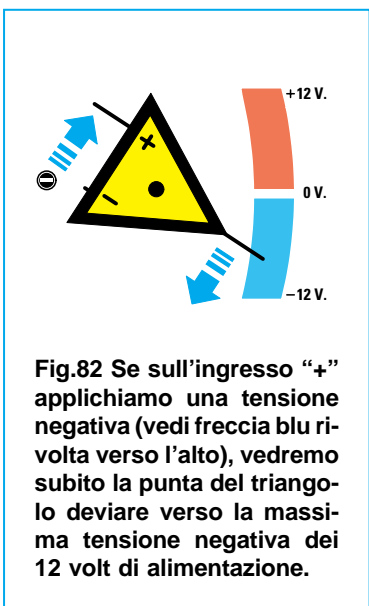



Fig.82 Se sull'ingresso "+" applichiamo una tensione negativa (vedi freccia blu rivolta verso l'alto), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione negativa dei 12 volt di alimentazione.

sitiva (vedi fig.84), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt positivi** di alimentazione.

Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.85), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt negativi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **+** un segnale **alternato** (vedi fig.86), sul piedino d'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate **non invertite** di polarità.

INGRESSO con il simbolo –

Ammesso che l'operazionale risulti sempre alimentato da una tensione **duale** di **12+12 volt**, se sul piedino **invertente –** applichiamo una tensione **positiva** (vedi in fig.88 la **freccia rossa** che spinge verso **l'alto**), la **punta** del triangolo devia verso la tensione **negativa** dei **12 volt**.

Se su questo stesso piedino **–** applichiamo una tensione **negativa** (vedi in fig.89 la **freccia blu** che spinge verso l'**alto**), la **punta** del triangolo devia verso la tensione **positiva** dei **12 volt**.

Applicando su questo **ingresso –** una tensione **positiva**, sull'**uscita** ci ritroviamo una tensione **negativa** e, applicando una tensione **negativa**, ci ritroviamo una tensione **positiva**.
Poichè la polarità del segnale applicato su questo ingresso si preleva dal piedino d'uscita **invertita**, questo ingresso viene chiamato **invertente**.

In fig.90 è riprodotto lo schema elettrico di uno stadio amplificatore che utilizza l'ingresso **invertente**:

- sul piedino d'uscita abbiamo nuovamente applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- il piedino d'ingresso **non invertente +** l'abbiamo collegato a **massa** senza la resistenza **R1**;
- l'opposto ingresso **invertente –** l'abbiamo collegato alla boccola **entrata segnale** tramite la resistenza **R2**, lasciando sempre la resistenza **R3** collegata tra questo piedino e quello d'**uscita**.

Se sull'ingresso **–** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.90), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt**.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **positiva** (vedi fig.91), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt negativi** di alimentazione.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.92), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt positivi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **–** un segnale **alternato** (vedi fig.93), dal piedino d'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate **invertite** di polarità.

ALIMENTAZIONE SINGOLA

Per alimentare un operazionale con una tensione **singola**, dovremo alimentare i due piedini d'ingresso **+** e **–** con una tensione che risulti esattamente la **metà** di quella di alimentazione.

Per ottenere questa **metà** tensione è sufficiente collegare tra il **positivo** e la **massa** di alimentazione due resistenze poste in **serie** da **10.000 ohm** (ve-

INGRESSO "NON INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE DUALE

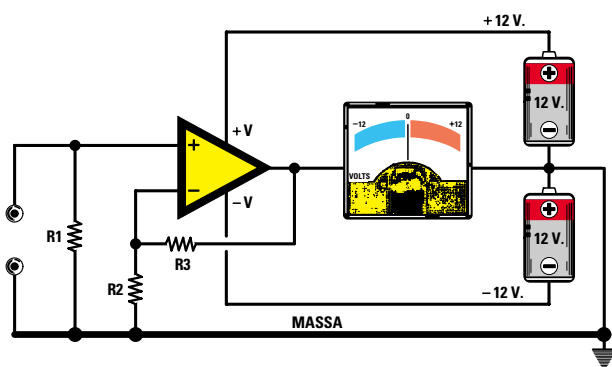



Fig.83 Schema elettrico di uno stadio amplificatore che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE.
Il voltmetro con 0 centrale collegato all'uscita ci permetterà di vedere come varia la tensione su questo terminale.

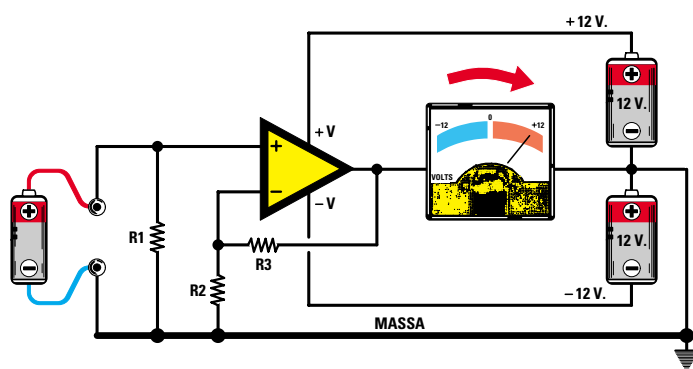



Fig.84 Se all'ingresso NON INVERTENTE colleghiamo una tensione Positiva prelevata da una pila, vedremo la lancetta dello strumento voltmetro deviare bruscamente verso i 12 volt Positivi di alimentazione.

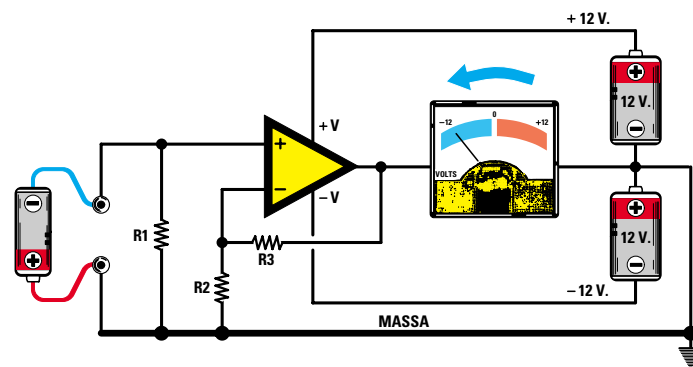



Fig.85 Se all'ingresso NON INVERTENTE colleghiamo la tensione Negativa prelevata da una pila, vedremo la lancetta dello strumento voltmetro deviare in senso opposto, cioè verso i 12 volt Negativi di alimentazione.

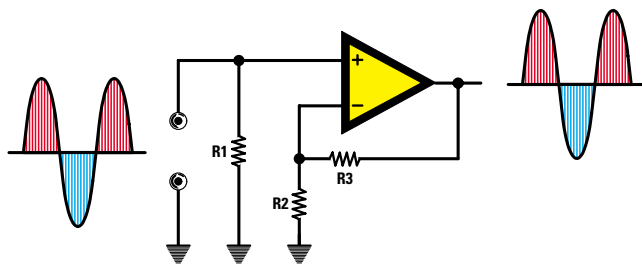



Fig.86 Se sull'ingresso NON INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate NON INVERTITE.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

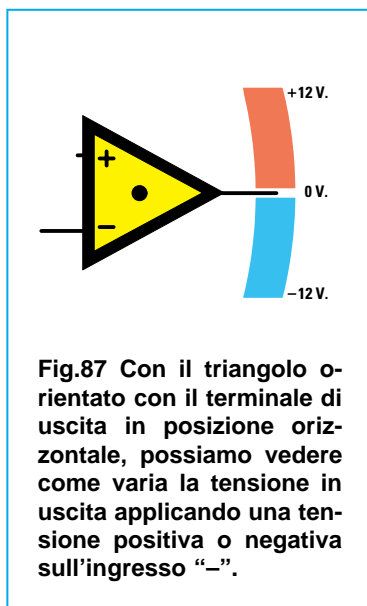



Fig.87 Con il triangolo orientato con il terminale di uscita in posizione orizzontale, possiamo vedere come varia la tensione in uscita applicando una tensione positiva o negativa sull'ingresso "–".

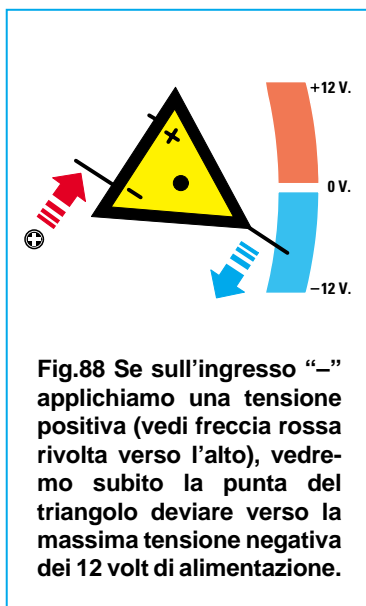



Fig.88 Se sull'ingresso "–" applichiamo una tensione positiva (vedi freccia rossa rivolta verso l'alto), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione negativa dei 12 volt di alimentazione.

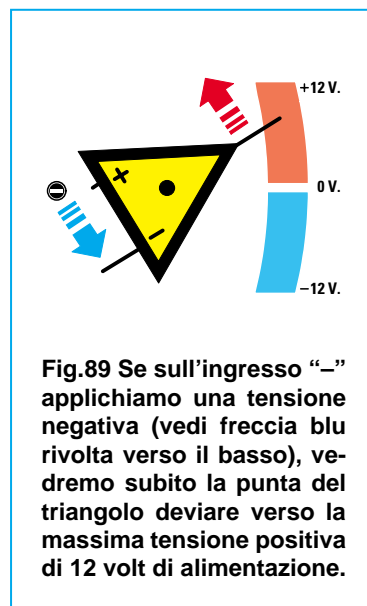



Fig.89 Se sull'ingresso "–" applichiamo una tensione negativa (vedi freccia blu rivolta verso il basso), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione positiva di 12 volt di alimentazione.

di figg.94-98) e poi utilizzare la giunzione **centrale** delle due resistenze **R4-R5** come **massa fittizia** per collegare le resistenze d'**ingresso**.

Se alimentiamo l'operazionale con una tensione singola di **12 volt** e poi colleghiamo un **tester** sul punto di giunzione tra le due resistenze **R4-R5** e i due estremi della pila da **12 volt**, da un lato leggeremo **6 volt positivi** e dal lato opposto **6 volt negativi**, quindi otterremo artificialmente una tensione **duale** di **+6-6 volt**.

INGRESSO con il simbolo + per una alimentazione SINGOLA

Se passiamo allo schema elettrico di fig.94 alimentato da una **sola** pila da **12 volt** (tensione **singola**) e lo confrontiamo con lo schema elettrico di fig.83 alimentato da **due** pile da **12 volt** (tensione **duale**), non noteremo alcuna differenza:

- sul piedino d'uscita abbiamo applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- sul piedino d'ingresso **non invertente +** abbiamo applicato la resistenza **R1** verso la **massa fittizia**;
- sull'opposto ingresso **invertente –** abbiamo applicato la resistenza **R2** sempre verso la **massa fittizia** e la resistenza **R3** sempre tra questo piedino e quello d'**uscita**.

Se sull'ingresso **+** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.94), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala, perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa fittizia**.

Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **positiva** (vedi fig.95), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt positivi** di alimentazione.

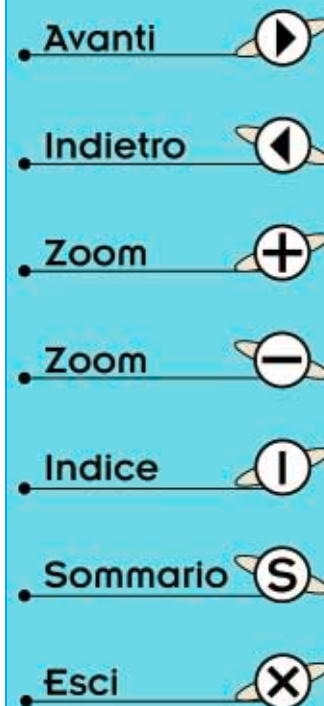
Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.96), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt negativi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **+** un segnale **alternato** (vedi fig.97), sul piedino d'uscita sarà presente una sinusoide **non invertita** di polarità.

Importante = Se il voltmetro venisse applicato tra il terminale d'uscita e la **massa**, vale a dire dove risulta applicato il **negativo** della pila dei **12 volt**, leggeremmo **metà** tensione, cioè **6 volt**.

INGRESSO con il simbolo – per una alimentazione SINGOLA

Se passiamo allo schema elettrico di fig.98 alimentato da una **sola** pila da **12 volt** e lo confrontiamo con lo schema elettrico di fig.90 alimentato da **due** pile da **12 volt** (tensione **duale**), anche in questo caso non noteremo alcuna differenza:

- sul piedino d'uscita abbiamo nuovamente applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- il piedino d'ingresso **non invertente +** l'abbiamo collegato alla **massa fittizia** senza la **R1**;
- l'opposto ingresso **invertente –** l'abbiamo collegato sulla boccola **entrata segnale** tramite la resistenza **R2**, lasciando sempre la resistenza **R3** tra questo piedino e quello d'**uscita**.

INGRESSO "INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE DUALE

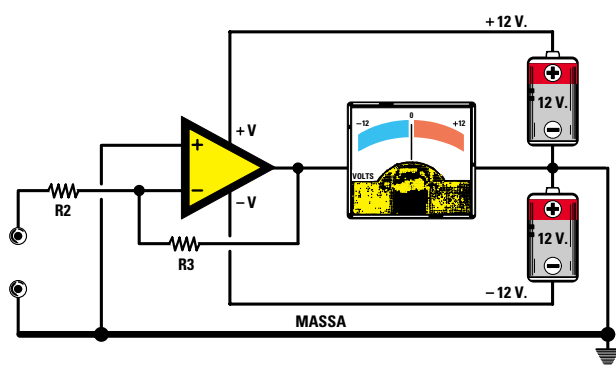



Fig.90 Schema elettrico di uno stadio amplificatore alimentato con una tensione duale che utilizza l'ingresso INVERTENTE.
Il voltmetro con 0 centrale applicato sull'uscita, ci indicherà la polarità della tensione.

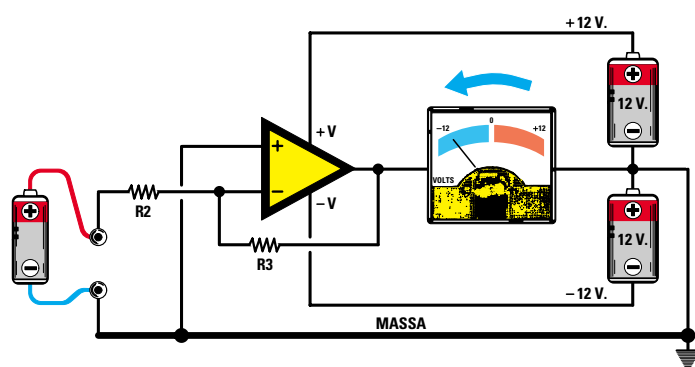



Fig.91 Se all'ingresso INVERTENTE colleghiamo una tensione positiva prelevata da una pila, vedremo la lancetta dello strumento voltmetro deviare bruscamente verso i 12 volt Negativi della tensione di alimentazione.

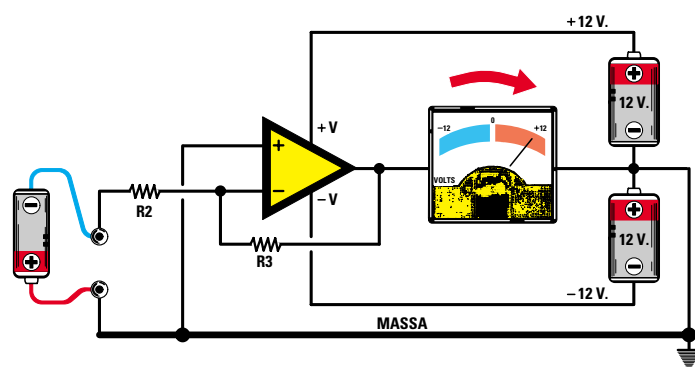



Fig.92 Se all'ingresso INVERTENTE colleghiamo la tensione Negativa prelevata da una pila, vedremo la lancetta del voltmetro deviare in senso opposto, cioè verso i 12 volt Positivi della tensione di alimentazione.

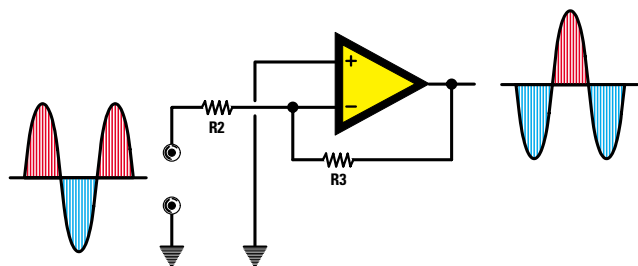



Fig.93 Se sull'ingresso INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate, ma INVERTITE di polarità.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

INGRESSO “NON INVERTENTE” CON ALIMENTAZIONE SINGOLA

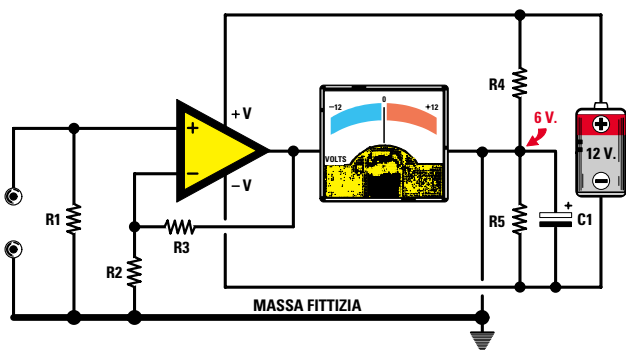



Fig.94 Schema elettrico di uno stadio amplificatore alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l’ingresso NON INVERTENTE. Le due resistenze R4-R5 da 10.000 ohm servono per creare una “massa fittizia”.

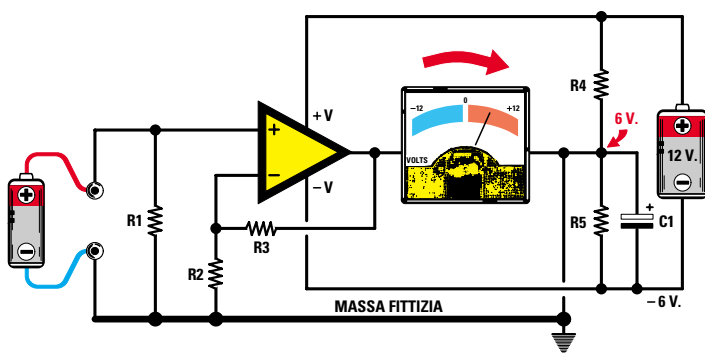



Fig.95 Se all’ingresso NON INVERTENTE colleghiamo una tensione Positiva, la lancetta del voltmetro devierà verso un massimo di 6 volt Positivi, corrispondenti all’esatta metà della tensione di alimentazione.

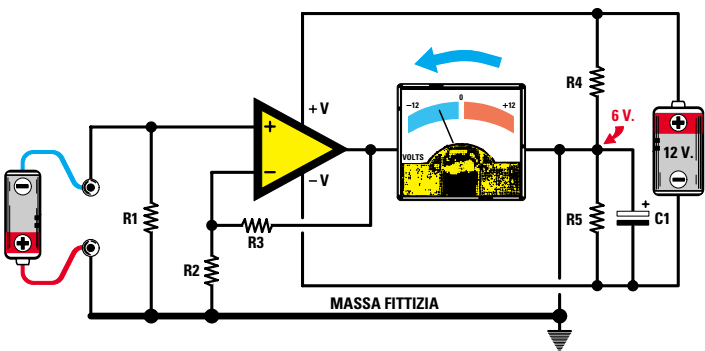



Fig.96 Se all’ingresso NON INVERTENTE colleghiamo una tensione Negativa, la lancetta del voltmetro devierà verso un massimo di 6 volt Negativi, corrispondenti all’esatta metà della tensione di alimentazione.

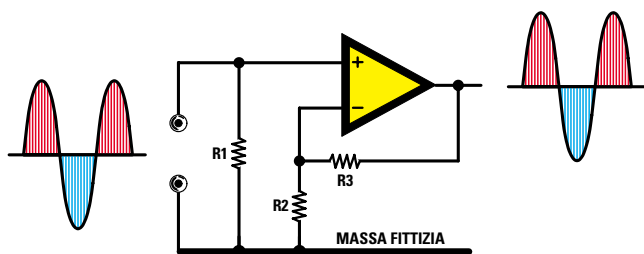



Fig.97 Se sull’ingresso NON INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall’uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate NON INVERTITE.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

INGRESSO "INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE SINGOLA

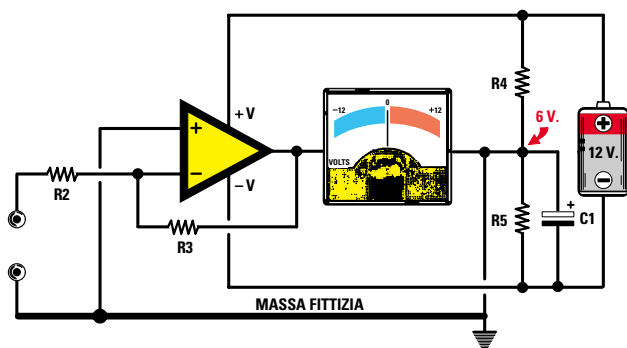



Fig.98 Schema elettrico di uno stadio amplificatore alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso INVERTENTE. Le due resistenze R4-R5 da 10.000 ohm servono per creare una "massa fittizia".

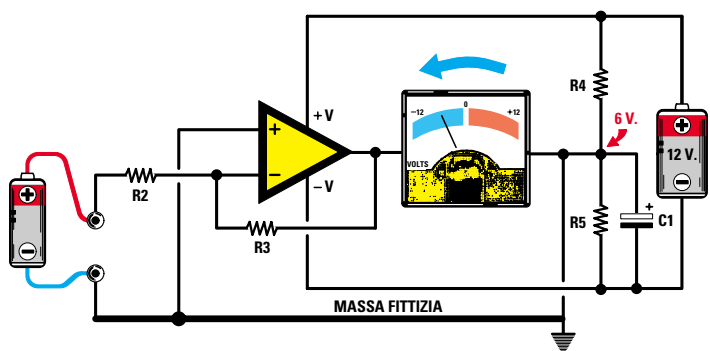



Fig.99 Se all'ingresso INVERTENTE colleghiamo una tensione Positiva, vedremo la lancetta del voltmetro deviare verso un massimo di 6 volt Negativi, corrispondenti all'esatta metà della tensione di alimentazione.

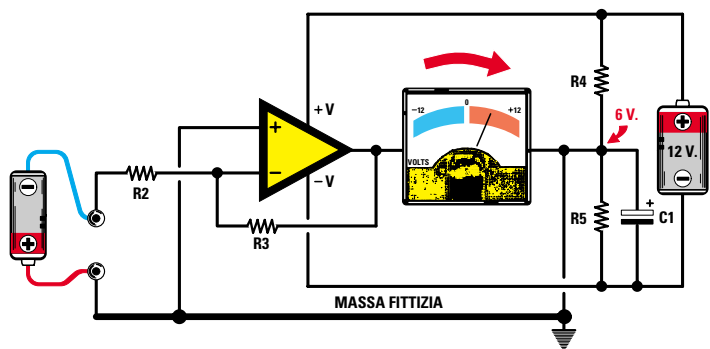



Fig.100 Se all'ingresso INVERTENTE colleghiamo una tensione Negativa, la lancetta del voltmetro devierà verso un massimo di 6 volt Positivi, corrispondenti all'esatta metà della tensione di alimentazione.

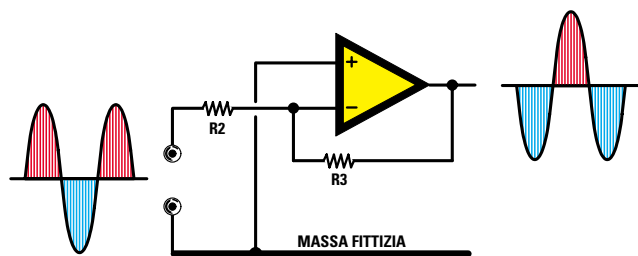



Fig.101 Se sull'ingresso INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate INVERTITE di polarità.

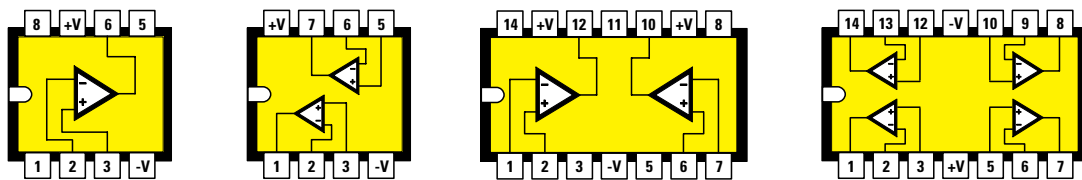



Fig.102 All'interno di un integrato tipo uA.741-TL.081- LM.141-LM.748 risulta inserito un solo operazionale, all'interno di un integrato tipo uA.747-TL.082 ne sono inseriti due, mentre in un integrato tipo LM.324-TL.084 ne sono inseriti quattro. Nel disegno le connessioni dello zoccolo viste da sopra, con la tacca di riferimento a forma di U rivolta verso sinistra. I due piedini di alimentazione sono siglati +V e –V.

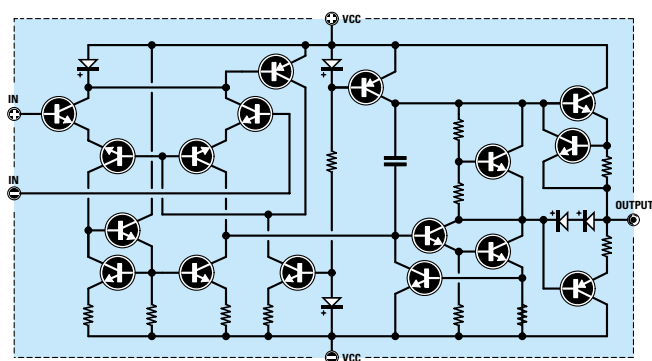



Fig.103 Schema elettrico di un operazionale con ingresso a transistor, esempio uA.741.

Fig.104 Schema elettrico di un operazionale con ingresso a fet, esempio TL.081.

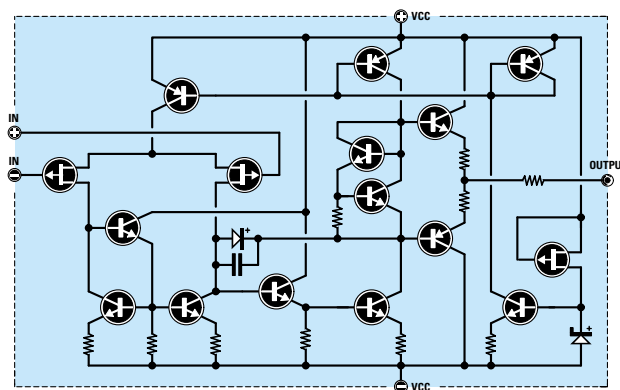
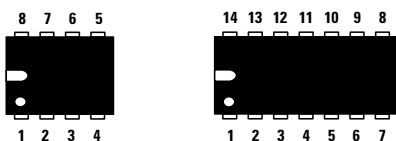
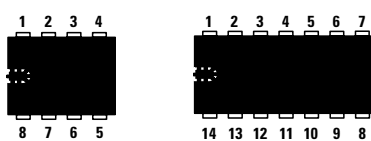



Fig.105 La tacca di riferimento a forma di U presente sul corpo dell'integrato ci permette di individuare il piedino 1. In sostituzione di questa U possiamo trovare un piccolo "punto" in prossimità del piedino 1. Sulla sinistra, la disposizione dei piedini osservando l'integrato da sopra e, a destra, la disposizione dei piedini osservandolo da sotto.

Se sull'ingresso **–** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.98), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa fittizia**.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **positiva** (vedi fig.99), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt negativi** di alimentazione.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.100), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt positivi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **–** un segnale **alternato** (vedi fig.101), sul piedino d'uscita sarà presente una sinusoide **invertita** di polarità.

I VANTAGGI di un OPERAZIONALE

Gli amplificatori operazionali presentano molti vantaggi rispetto ai transistor ed ai fet.

Guadagno = Variando il valore ohmico di una **sola** resistenza è possibile modificare il **guadagno**. In funzione delle nostre esigenze potremo prefissare un guadagno di **2-5-10-20-100 volte** ed avere la certezza che questo rimarrà costante anche se varierà la tensione di alimentazione.
Ammesso di avere prefissato un guadagno di **25 volte**, l'operazionale amplificherà qualsiasi segnale applicato su uno dei due ingressi per **25 volte**, sia che venga alimentato con una tensione **duale** di **9+9 - 12+12 - 15+15 - 20+20 volt** che con una tensione **singola** di **9 -12 - 15- 20 volt**.

ALTA impedenza d'ingresso = Tutti gli operazionali hanno una **elevata** impedenza d'ingresso e questo consente di poterli collegare ad una qualsiasi **sorgente** senza che si verifichi alcuna attenuazione del segnale.

BASSA impedenza d'uscita = Tutti gli operazionali hanno una **bassa** impedenza d'uscita e questo consente di poterli collegare all'ingresso dello stadio successivo senza nessun problema nè di adattamento nè di attenuazione.

AMPIA banda PASSANTE = Un operazionale è in grado di preamplificare un segnale **BF** da **0 Hz** fino ed oltre i **100.000 Hz**, quindi risulta molto valido per realizzare degli stadi preamplificatori **Hi-Fi**.

Il segnale da preamplificare può essere applicato indifferentemente sia sull'ingresso **non invertente** che sull'ingresso **invertente**.

Applicando il segnale sull'ingresso **non invertente**, sull'uscita preleveremo un segnale con le semionde **positive** e **negative** perfettamente in **fase** con il segnale d'ingresso (vedi figg.86-97).

Applicando il segnale sull'ingresso **invertente**, sull'uscita preleveremo un segnale le cui semionde **positive** e **negative** risulteranno in **opposizione** di **fase** rispetto al segnale applicato sul terminale d'ingresso (vedi figg.93-101).

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

In fig.106 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per tensioni **continue** o **alternate** che utilizza l'ingresso **non invertente**.

Variando il valore delle resistenze **R2-R3** è possibile modificare il **guadagno** e la formula per ricavarlo è molto semplice:

guadagno = (R3 : R2) + 1

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : (guadagno – 1)

Conoscendo il valore della **R2** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della resistenza **R3** eseguendo questa semplice operazione:

valore di R3 = R2 x (guadagno – 1)

ESEMPIO

In uno schema di preamplificatore che utilizza l'ingresso **non invertente** troviamo riportati i seguenti valori:

R3 = 100.000 ohm
R2 = 10.000 ohm

In un secondo schema di preamplificatore troviamo invece questi due diversi valori:

R3 = 220.000 ohm
R2 = 22.000 ohm

quindi vorremmo sapere quale dei due preamplificatori **guadagna** di più.

Soluzione = Utilizzando la formula per il calcolo

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

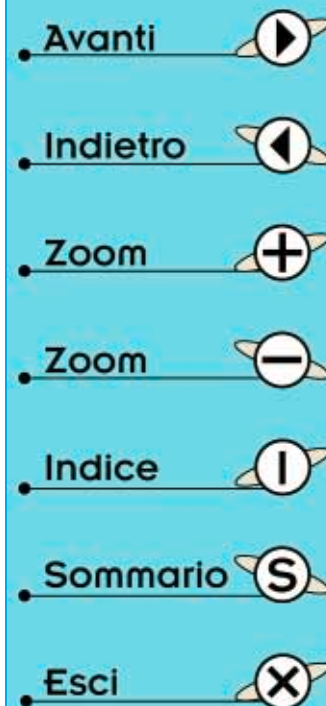
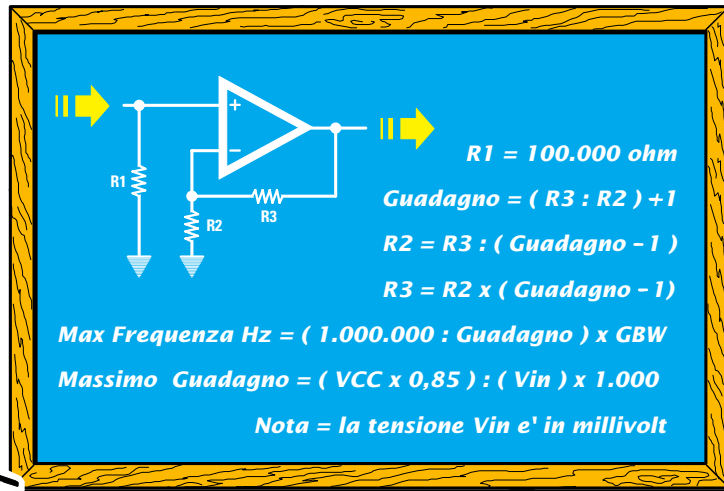



Fig.106 Schema e formule di un amplificatore che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE.

del **guadagno** ricaveremo questi valori:

1° schema
(100.000 : 10.000) + 1 = 11 volte

2° schema
(220.000 : 22.000) + 1 = 11 volte

Come avrete notato, pur variando il valore delle resistenze **R3-R2**, il **guadagno** non cambia.

ESEMPIO

In un circuito con ingresso **non invertente** calcolato per amplificare il segnale di **15 volte** si è **bruciata** la resistenza **R3**; poichè non riusciamo a leggere il suo esatto valore lo vorremmo calcolare.

Soluzione = Per calcolare il valore della resistenza **R3** dovremo necessariamente conoscere il valore della **R2** e ammesso che questo risulti di **3.300 ohm** potremo usare la formula:

valore di R3 = R2 x (guadagno – 1)

Inserendo i dati in nostro possesso otterremo:

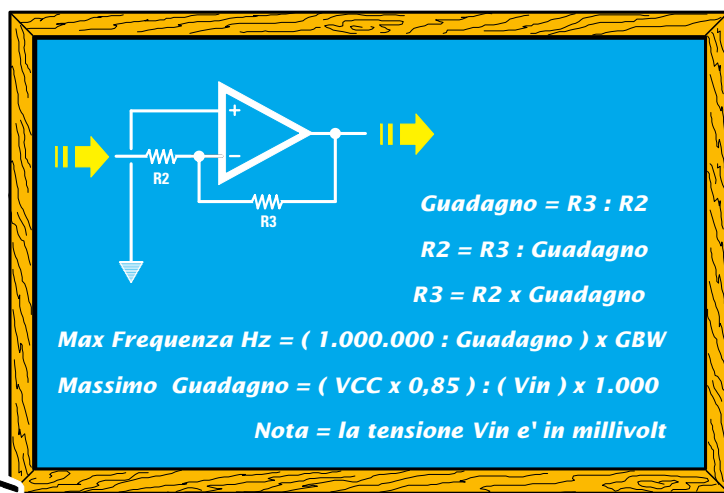
3.300 x (15 – 1) = 46.200 ohm

Poichè questo valore **non** è standard, sicuramente la **R3** doveva risultare di **47.000 ohm**.

Con **47.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(47.000 : 3.300) + 1 = 15,24 volte

Poichè tutte le resistenze hanno una **tolleranza +/-** di un **5%**, non è da escludere che l'effettivo **guadagno** che otterremo oscilli da un minimo di **14,5 volte** fino ad un massimo di **15,9 volte**.

Fig.107 Schema e formule per un amplificatore che utilizza l'ingresso INVERTENTE.

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Se volessimo alimentare il preamplificatore presentato in fig.106 con una tensione **singola**, dovremmo modificarlo così come illustrato in fig.94.
In pratica, dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**), più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.
La resistenza **R2** collegata all'opposto piedino **invertente** non andrà più collegata a **massa**, cioè al **negativo** della pila di alimentazione, ma al filo che parte dalla giunzione delle due resistenze **R4-R5**, cioè dalla **massa fittizia**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** useremo la stessa formula:

guadagno = (R3 : R2) + 1

In tutte le formule riportate è possibile inserire il valore delle due resistenze **R3-R2** espresso in **ohm** oppure in **kiloohm**.

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso INVERTENTE

In fig.107 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per tensioni **continue** o **alternate** che utilizza l'ingresso **invertente**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** occorre solo modificare il valore di una delle resistenze **R3-R2** utilizzando questa diversa formula:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : guadagno

Conoscendo il valore della **R2** potremo calcolare il valore della resistenza **R3** eseguendo questa operazione:

valore di R3 = R2 x guadagno

ESEMPIO

Vogliamo realizzare uno stadio preamplificatore con **ingresso invertente** che amplifichi un segnale di **100 volte**, quindi vorremmo sapere quali valori utilizzare per le due resistenze **R3-R2**.

Soluzione = Come prima operazione dovremo scegliere il valore della resistenza **R2** e, ammesso che sia **4.700 ohm**, potremo ricavare il valore della resistenza **R3** con la formula:

valore di R3 = R2 x guadagno

quindi otterremo un valore di:

4.700 x 100 = 470.000 ohm

Anzichè scegliere il valore della resistenza **R2**, potremo scegliere quello della resistenza **R3** e poi calcolare il valore della **R2**.
Ammesso di scegliere per **R3** un valore di **680.000 ohm**, per amplificare un segnale di **100 volte** dovremo utilizzare per la **R2** un valore di:

680.000 : 100 = 6.800 ohm

ESEMPIO

In un circuito preamplificatore che utilizza l'ingresso **invertente** troviamo i seguenti valori:

R2 = 39.000 ohm
R3 = 560.000 ohm

quindi vorremmo conoscere di quante **volte** verrà amplificato il segnale applicato sul suo ingresso.

Soluzione = Per ricavare il **guadagno** di questo stadio preamplificatore useremo la formula:

guadagno = R3 : R2

inserendo i nostri dati otterremo:

560.000 : 39.000 = 14,35 volte

Considerando che tutte le resistenze hanno una **tolleranza**, possiamo affermare che questo stadio amplificherà un segnale da **13,5** a **15 volte**.

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso INVERTENTE

Se desideriamo alimentare il preamplificatore presentato in fig.107 con una tensione **singola**, lo dobbiamo modificare così come illustrato in fig.98.
In pratica dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**) più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.

L'opposto piedino **non invertente** non deve essere collegato a **massa**, cioè al **negativo** della pila di alimentazione, ma sulla giunzione delle due resistenze **R4-R5**, cioè sulla **massa fittizia**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

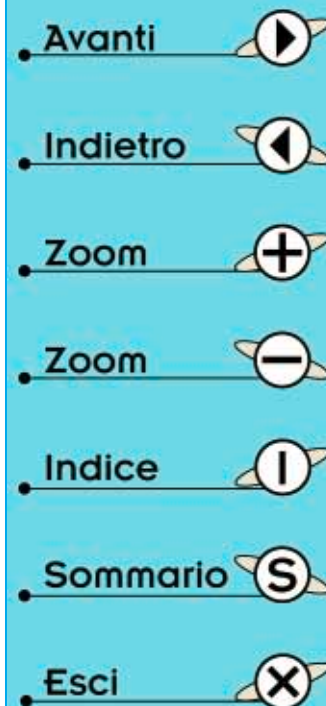
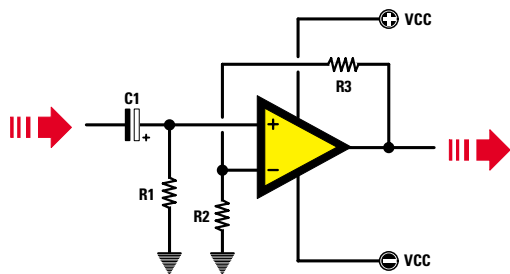



Fig.108 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Duale che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE. In questo schema le due resistenze R1-R2 vengono collegate a Massa.

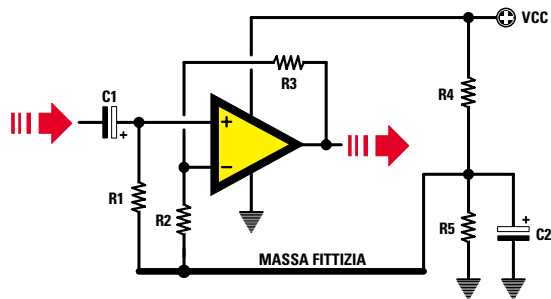



Fig.109 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Singola che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE. Le due resistenze R1-R2 vanno collegate alla Massa fittizia.

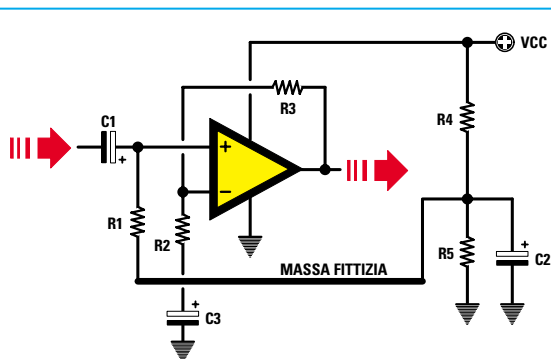



Fig.110 Per collegare a massa la resistenza R2 dovremo collegarle in serie un condensatore elettrolitico da 4,7 microF. La resistenza R1 deve essere collegata sempre alla Massa fittizia.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** useremo la stessa formula:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R2** svolgendo questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : guadagno

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Nei precedenti preamplificatori potevamo applicare sugli **ingressi** sia una tensione **continua** che **alternata**, ma se volessimo realizzare uno stadio amplificatore per **soli** segnali **alternati** dovremo apportare delle piccole modifiche allo schema.

In fig.108 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per sole tensioni **alternate** che utilizza l'ingresso **non invertente**.

L'unica differenza che è possibile notare rispetto ad uno schema accoppiato in **continua** è quella di trovare sull'ingresso un condensatore elettrolitico da **4,7 microfarad** (vedi **C1**) con il terminale **negativo** rivolto verso l'ingresso segnale.

Per variare il **guadagno** dovremo sempre agire sul valore delle resistenze **R3-R2** e la formula da utilizzare è sempre la stessa, cioè:

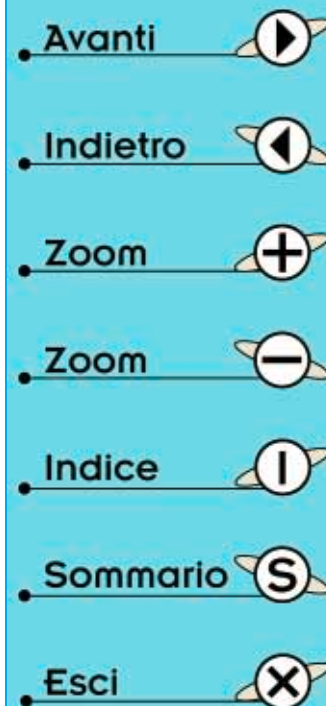
guadagno = (R3 : R2) + 1

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Per alimentare il preamplificatore di fig.108 con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema così come illustrato in fig.109.
In pratica, dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**) più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.

La resistenza **R1** collegata all'ingresso **non invertente** e la resistenza **R2** collegata all'opposto piedino **invertente** non dovranno più essere collegate a **massa**, bensì sulla giunzione delle due resistenze **R4-R5**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** useremo la stessa formula:

guadagno = (R3 : R2) + 1

Se volessimo collegare a **massa** la resistenza **R2** come visibile in fig.110, dovremo collegare in **serie** un condensatore elettrolitico (vedi **C3**).
La capacità di questo condensatore va calcolata in funzione del valore della **R2** e della **frequenza minima** che desideriamo amplificare.
Per ricavare la **capacità** di questo condensatore si potrà utilizzare questa formula:

microfarad C3 = 159.000 : (R2 x Hertz)

Per realizzare dei preamplificatori **Hi-Fi** si sceglie normalmente una frequenza minima **15 Hertz**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare lo schema di fig.110 e poichè il valore della **R2** è di **3.300 ohm** vorremmo sapere quale capacità scegliere per il condensatore elettrolitico **C3**.

Soluzione = Poichè vogliamo preamplificare anche le frequenze più **basse** dei **15 Hertz** dovremo utilizzare una capacità di:

159.000 : (3.300 x 15) = 3,21 microfarad

Poichè questo valore non è standard prenderemo un valore maggiore, cioè **4,7 microfarad** e, per sapere quale frequenza **minima** riusciremo a preamplificare, useremo la formula:

Hertz = 159.000 : (R2 x microfarad)

Quindi con **4,7 microfarad** riusciremo ad amplificare fino ad una frequenza **minima** di:

159.000 : (3.300 x 4,7) = 10,25 Hertz

Se il valore della resistenza **R2** fosse di **10.000 ohm** dovremmo usare una **capacità** di:

159.000 : (10.000 x 15) = 1 microfarad

Poichè tutti i condensatori elettrolitici hanno delle elevate **tolleranze** conviene scegliere una capacità **maggiore**, ad esempio **2 microfarad**.

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso INVERTENTE

In fig.111 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per soli segnali **alternati** che utilizza l'ingresso **invertente**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** occorre solo modificare il valore delle resistenze

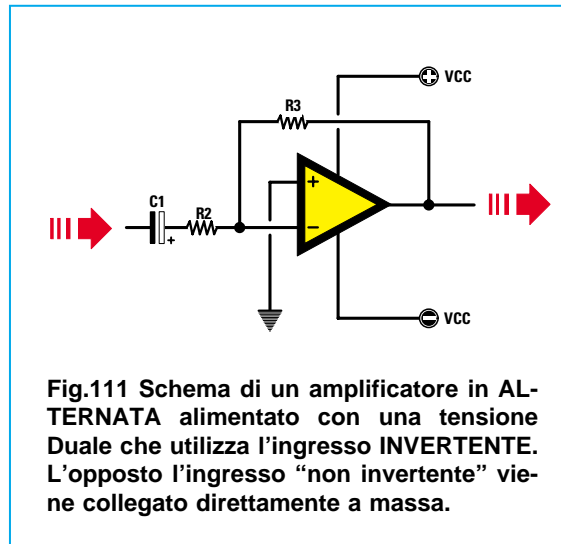



Fig.111 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Duale che utilizza l'ingresso INVERTENTE. L'opposto l'ingresso "non invertente" viene collegato direttamente a massa.

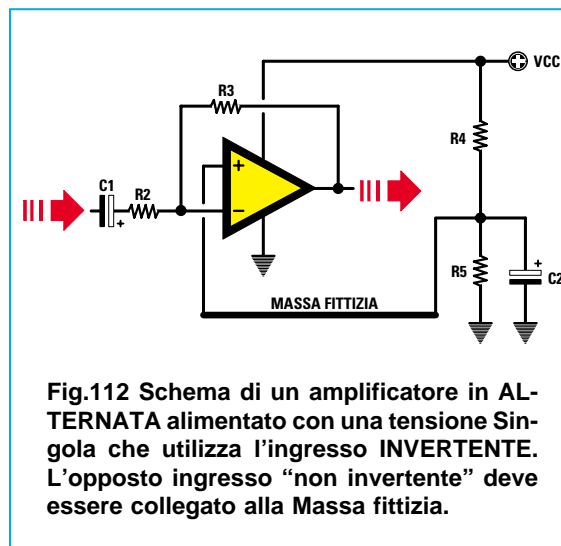



Fig.112 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Singola che utilizza l'ingresso INVERTENTE. L'opposto ingresso "non invertente" deve essere collegato alla Massa fittizia.

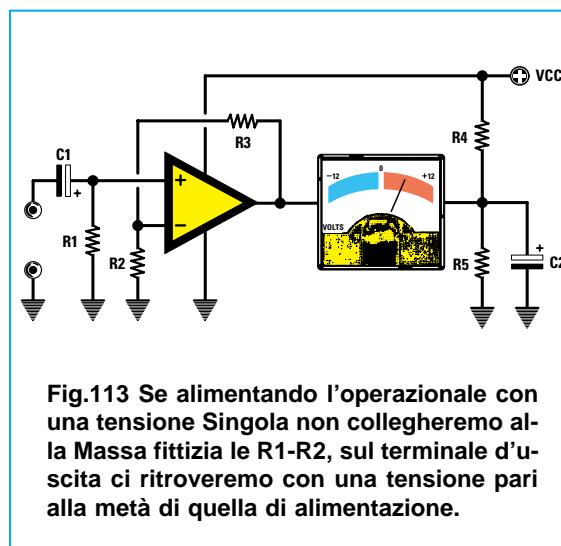



Fig.113 Se alimentando l'operazionale con una tensione Singola non collegheremo alla Massa fittizia le R1-R2, sul terminale d'uscita ci ritroveremo con una tensione pari alla metà di quella di alimentazione.

R3-R2 utilizzando questa formula:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R2**:

valore di R2 = R3 : guadagno

Conoscendo il valore della **R2** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R3**:

valore di R3 = R2 x guadagno

ESEMPIO

Vogliamo realizzare uno stadio che amplifichi un segnale di **100 volte**, quindi vorremmo conoscere che valore utilizzare per le due resistenze **R2-R3**.

Soluzione = Come prima operazione dovremo scegliere il valore della resistenza **R2** e, ammesso che esso sia di **4.700 ohm**, potremo ricavare il valore della resistenza **R3** utilizzando la formula:

valore di R3 = R2 x guadagno

quindi per **R3** dovremo usare un valore di:

4.700 x 100 = 470.000 ohm

Volendo, potremo anche scegliere il valore della **R3** e poi calcolare il valore della **R2**.
Ammesso di scegliere per **R3** un valore di **680.000 ohm**, dovremo utilizzare per la **R2** un valore di:

680.000 : 100 = 6.800 ohm

ESEMPIO

In un circuito preamplificatore che utilizza l'ingresso **invertente** troviamo questi valori:

R2 = 39.000 ohm
R3 = 560.000 ohm

quindi vorremmo conoscere di quante **volte** verrà amplificato il segnale applicato sul suo ingresso.

Soluzione = Per ricavare il **guadagno** di questo stadio preamplificatore useremo la formula:

guadagno = R3 : R2

inserendo i nostri dati otterremo:

560.000 : 39.000 = 14,35 volte

Considerando che tutte le resistenze hanno una **tolleranza**, possiamo affermare che questo stadio amplificherà un segnale di **13,5-15 volte**.

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso INVERTENTE

Per alimentare il preamplificatore di fig.111 con una tensione **singola** è necessario modificare il circuito così come illustrato in fig.112.
In pratica dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**), più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.

L'opposto piedino **non invertente** non andrà più collegato a **massa**, ma sul filo che parte dalla giunzione delle due resistenze **R4-R5**.

Per variare il **guadagno** useremo la stessa formula utilizzata per lo schema di fig.111:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R2** con questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : guadagno

Conoscendo il valore della **R2** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R3**:

valore di R3 = R2 x guadagno

I VANTAGGI di un amplificatore accoppiato in ALTERNATA

Non applicando sui due ingressi nessuna tensione (vedi figg.83-90), in teoria sul piedino d'uscita dovrebbe essere presente una tensione di **0 volt** ma, a causa delle **tolleranze** di costruzione, su questo piedino potrebbe essere presente una tensione **positiva** oppure **negativa** di pochi **millivolt** in grado di saturare lo stadio successivo.
Se prendiamo in considerazione lo schema di fig.114, ammesso che sul piedino d'uscita del **primo** operazionale risulti presente una tensione di **0,03 volt positivi**, in **assenza** di segnale questa tensione, entrando nel piedino d'ingresso del **secondo** operazionale accoppiato in **continua**, verrà amplificata, quindi in **assenza** di segnale sul suo piedino d'uscita ci ritroveremo una tensione positiva di diversi **volt**.

Ammesso che le **R2-R3** del secondo operazionale

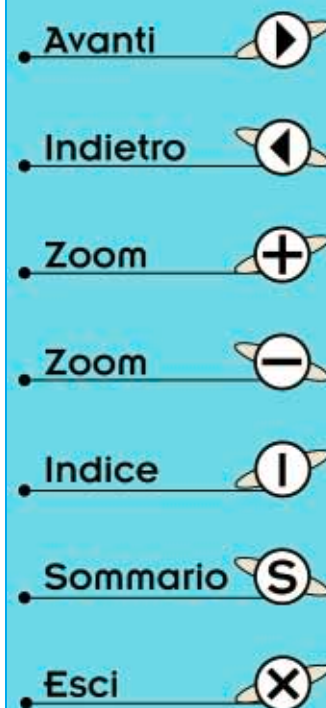
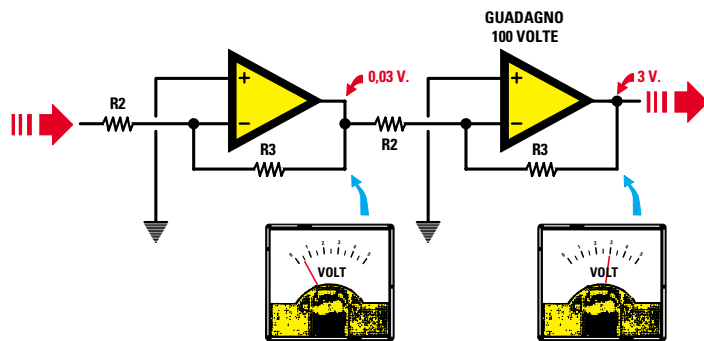



Fig.114 Se sull'uscita del primo operazionale fosse presente una tensione residua di 0,03 volt, questa entrando nel secondo operazionale calcolato per un guadagno di 100 volte, fornirà sull'uscita di quest'ultimo una tensione positiva o negativa di 3 volt.

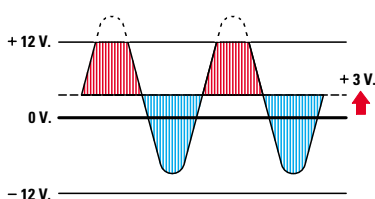



Fig.115 Se sull'uscita del secondo stadio fossero presenti 3 volt positivi, amplificando un segnale alternato ci ritroveremo con tutte le semionde positive tosate.

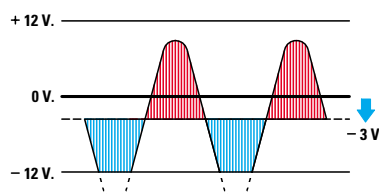



Fig.116 Se sull'uscita del secondo stadio fossero presenti 3 volt negativi, amplificando un segnale alternato ci ritroveremo con tutte le semionde negative tosate.

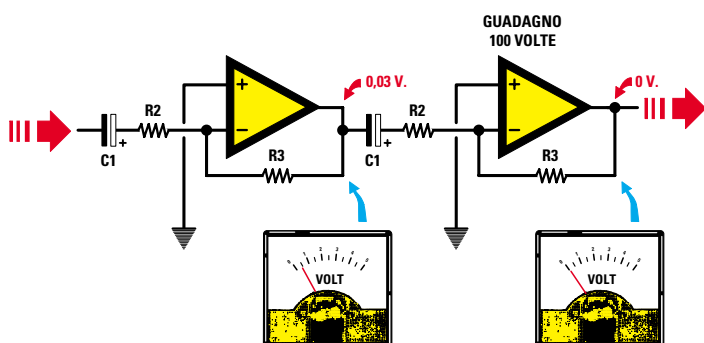



Fig.117 Se accoppiamo i due stadi in alternata, interponendo un condensatore elettrolitico tra l'uscita del primo e l'ingresso del secondo, questo non lascerà passare nessuna tensione continua quindi sull'uscita del secondo stadio otterremo una tensione di 0 volt.

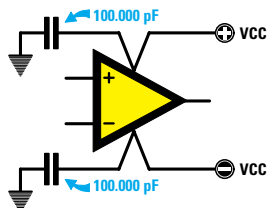



Fig.118 Per evitare autoscillazioni dovremo collegare tra i due piedini di alimentazione e la Massa un condensatore poliestere o ceramico da 47.000 o 100.000 pF.

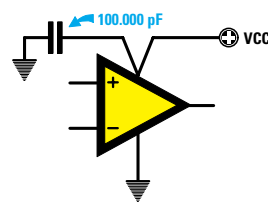



Fig.119 Se l'operazionale viene alimentato da una tensione Singola useremo un solo condensatore da 47.000 o 100.000 pF, che collegheremo tra i piedini di alimentazione.

risultino calcolate per amplificare una tensione di **100 volte**, sull'uscita ci ritroveremo con una tensione **continua** di:

0,03 x 100 = 3 volt positivi

Con una tensione così elevata potremo correre il rischio di **tosare** tutte le **semionde positive** amplificate (vedi fig.115).

Nota = Questa tensione, chiamata di **offset**, potrebbe risultare anche **negativa** (vedi fig.116).

Se l'accoppiamento tra i due stadi viene fatto in **alternata** interponendo tra l'**uscita** del primo operazionale e l'**ingresso** del secondo operazionale un condensatore (vedi fig.117), questo **non** lascerà passare nessuna tensione continua, pertanto, in **assenza** di segnale, sull'uscita del secondo operazionale ci ritroveremo con una tensione di **0 volt** o al massimo di **0,03 volt** che risulta insignificante.

LA BANDA PASSANTE

Nei preamplificatori per segnali **audio** conviene sempre limitare la **banda passante** sulle frequenze più **alte** per evitare di amplificare frequenze **ultrasoniche** e anche per evitare che l'operazionale possa **autoscillare** su frequenze che il nostro orecchio non può udire.

Poichè il nostro orecchio riesce a percepire una frequenza massima di circa **20 kilohertz**, potremo limitare la **banda passante** sui **30 kilohertz** e per ottenere questa condizione è sufficiente applicare in parallelo alla **R3** un piccolo condensatore come visibile nelle figg.120-121.
Per calcolare il valore del condensatore **C2** in **picofarad** potremo usare la formula:

picofarad C2 = 159.000 : (R3 kiloohm x KHz)

ESEMPIO

Vogliamo limitare la banda passante sui **30 KHz** in due diversi preamplificatori che hanno per **R3** questi due valori ohmici:

1° schema = **470.000 ohm** pari a **470 kiloohm**
2° schema = **150.000 ohm** pari a **150 kiloohm**

Soluzione = Nel **primo** schema, che utilizza una **R3** da **470 kiloohm**, dovremo utilizzare un condensatore da:

159.000 : (470 x 30) = 11 picofarad

Poichè questo condensatore non è standard potremo usarne uno da **10** o **12 picofarad**.
Per calcolare la frequenza **massima** che è possibile amplificare, utilizzeremo questa formula:

KHz = 159.000 : (R3 kiloohm x C2 in pF)

Se useremo **10 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (470 x 10) = 33,82 kilohertz

Se useremo **12 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (470 x 12) = 28,19 kilohertz

Nel **secondo** schema che utilizza per **R3** una resistenza da **150 kiloohm** dovremo utilizzare un condensatore da:

159.000 : (150 x 30) = 35 picofarad

poichè questo condensatore non è standard potremo usarne uno da **33** o **39 picofarad**.

Fig.120 Negli stadi preamplificatori BF si applica sempre in parallelo alla resistenza R3 un piccolo condensatore (vedi C2) per impedire che l'operazionale possa amplificare frequenze ultrasoniche.

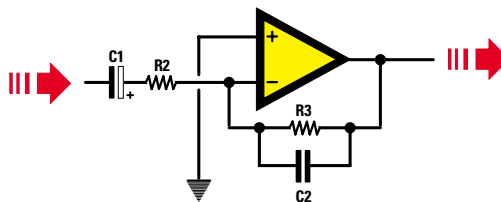



Fig.121 Anche se useremo l'ingresso Invertente, dovremo sempre applicare in parallelo alla resistenza R3 il condensatore C2 per limitare la banda passante superiore sui 30 Kilohertz circa.

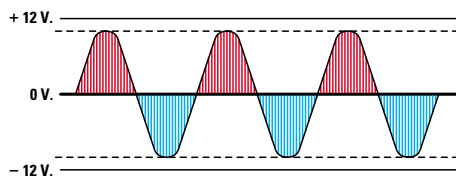



Fig.122 Se dall'uscita di un operazionale vogliamo prelevare un segnale alternato senza nessuna distorsione non dovremo mai esagerare con il guadagno. Il segnale amplificato non dovrà mai superare l'85% dei volt totali di alimentazione.

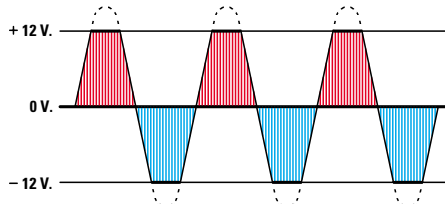



Fig.123 Se l'ampiezza del segnale amplificato supera i volt di alimentazione le due semionde verranno "tosate", quindi in uscita non preleveremo più delle perfette sinusoidi, ma delle onde quadre che causeranno delle elevate distorsioni.

Se useremo **33 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (150 x 33) = 32,12 kilohertz

Se useremo **39 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (150 x 39) = 27,17 kilohertz

LIMITATE sempre il GUADAGNO

Come avrete compreso, è sufficiente variare il **rapporto** delle due resistenze **R2-R3** per modificare il **guadagno**, quindi un segnale può essere amplificato per **10-20-25 volte** ma anche per **100-300-500 volte**.

Per prelevare in uscita un'**onda** perfettamente **sinusoidale** senza **nessuna distorsione** dovremo limitare il **guadagno**.
Se amplifichiamo in modo esagerato, in uscita otterremo un segnale **tosato** (vedi fig.123).

Un segnale andrà amplificato in modo da ottenere in **uscita** un segnale con un'ampiezza massima pari ad un **85%** dei **volt** di alimentazione.

Ad esempio, se alimentiamo un circuito preamplificatore con una tensione **duale** di **12+12 volt**, l'ampiezza del segnale **amplificato** non dovrà mai raggiungere un valore di:

massimo segnale uscita = Vcc x 0,85

vale a dire non dovrà mai superare i:

(12 + 12) x 0,85 = 20,4 volt picco/picco

Se utilizziamo una tensione **singola** di **12 volt**, l'ampiezza del segnale amplificato non dovrà mai superare un valore di:

12 x 0,85 = 10,2 volt picco/picco

Se conosciamo la massima **ampiezza** del segnale da applicare sull'**ingresso** e il valore dei **volt** di alimentazione, potremo calcolare il **massimo guadagno** che potremo utilizzare con la formula:

max guadagno = [(Vcc x 0,85) : Vin] x 1.000

Vcc = **volt** di alimentazione;
Vin = ampiezza in **millivolt** del segnale d'ingresso.

ESEMPIO

Vogliamo calcolare di quante volte possiamo amplificare un segnale di **100 millivolt** per non superare i **12+12 volt** della tensione **duale** di alimentazione:

[(12+12 x 0,85) : 100] x 1.000 = 204 volte

ESEMPIO

Vogliamo calcolare di quante volte possiamo amplificare lo stesso segnale di **100 millivolt** usando una tensione di alimentazione **singola** di **9 volt**:

[(9 x 0,85) : 100] x 1.000 = 76,5 volte

Conoscendo il **guadagno** di uno stadio preamplificatore potremo calcolare quale segnale **massimo** possiamo applicare su uno dei due ingressi per evitare di ottenere in uscita un segnale **distorto** usando la formula inversa, cioè:

Vin = [(Vcc x 0,85) : guadagno] x 1.000

Nota = il segnale d'ingresso **Vin** è in **millivolt**.

ESEMPIO

Abbiamo uno stadio che amplifica **50 volte** e vogliamo conoscere quale segnale massimo potremo applicare sul suo **ingresso** usando una alimentazione **duale** di **12+12 volt**.

[(12+12 x 0,85) : 50] x 1.000 = 408 millivolt

ESEMPIO

Abbiamo uno stadio che amplifica **50 volte** e vogliamo conoscere quale massimo segnale possiamo applicare sul suo **ingresso** usando una alimentazione **singola** di **9 volt**:

[(9 x 0,85) : 50] x 1.000 = 153 millivolt

GUADAGNO e BANDA PASSANTE

Se riusciamo a reperire qualche manuale con le caratteristiche degli operazionali, potremo trovare nella sigla **GBW** questi dati:

uA.741	**= GBW 1,0 MHz**
uA 748	**= GBW 1,0 MHz**
TL.081	**= GBW 4,0 MHz**
TL.082	**= GBW 3,5 MHz**
LF.351	**= GBW 4,0 MHz**
LF.356	**= GBW 5,0 MHz**
LM.358	**= GBW 1,0 MHz**
CA.3130	**= GBW 15 MHz**
NE.5532	**= GBW 10 MHz**

Il valore di **GBW**, che significa **Gain Bandwidth**, ci permette di calcolare la **frequenza massima** che riusciremo ad amplificare in funzione del **guadagno** che avremo prescelto.
Nel caso dell'operazionale **TL.081** che ha una **GBW** di **4 MHz**, la **massima** frequenza che potremo amplificare la ricaveremo con la formula:

Hertz = (1.000.000 : guadagno) x GBW

Quindi, se abbiamo calcolato il valore delle resistenze **R2-R3** in modo da ottenere un **guadagno** di **150 volte**, la **massima** frequenza che riusciremo ad amplificare **non** supererà mai i:

(1.000.000 : 150) x 4 = 26.666 Hertz

Nel caso dell'operazionale **uA.741** che ha un **GBW** di **1 MHz**, se avremo calcolato il valore delle resistenze **R2-R3** in modo da ottenere un **guadagno** di **150 volte**, la massima frequenza che riusciremo ad amplificare **non** supererà i:

(1.000.000 : 150) x 1 = 6.666 Hertz

Quindi l'operazionale **uA.741** calcolato per un **guadagno** di **150 volte** non ci permetterà mai di amplificare tutta la **banda audio** fino a **20.000 Hz**.
Per riuscire ad amplificare tutta la **banda audio** fino ad un massimo di **30.000 Hz**, dovremo **ridurre** il **guadagno** e per conoscere quante volte possiamo amplificare il segnale applicato sull'ingresso useremo questa formula:

max guadagno = (1.000.000 : Hz) x GBW

Quindi l'operazionale **uA.741** che una **GBW** pari a **1 MHz** non dovremo farlo amplificare più di:

(1.000.000 : 30.000) x 1 = 33 volte

Se useremo un operazionale **TL.081** che ha una **GBW** di **4 MHz**, potremo farlo amplificare per un massimo di:

(1.000.000 : 30.000) x 4 = 133 volte

Anche se con un **solo** stadio è possibile ottenere un guadagno di **100-130 volte** si preferisce **non** farlo, perchè più alto è il **guadagno**, più aumenta il **fruscio** ed il rischio che lo stadio preamplificatore inizi ad **autoscillare**.

2 OPERAZIONALI in SERIE con ingresso NON INVERTENTE

Per ottenere dei **guadagni elevati** si preferisce collegare in **serie** due **operazionali** e poi calcolare il valore delle resistenze **R2-R3**, in modo da ottenere un **basso guadagno** su ogni singolo stadio.

Ammesso di voler amplificare un segnale di **300 volte**, potremo collegare in **serie** due operazionali facendo **guadagnare** ciascuno:

guadagno = $\sqrt{300}$ = 17,32 volte

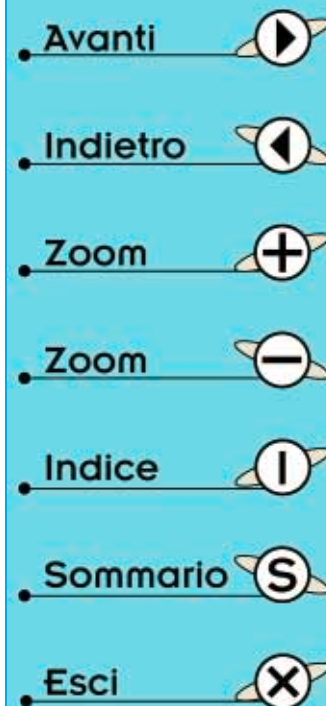
Sapendo che ogni stadio amplifica il segnale applicato sul suo ingresso di **17,32 volte**, otterremo un **guadagno totale** di:

17,32 x 17,32 = 299,98 volte

Ammesso di aver scelto per la resistenza **R2** un valore di **5.600 ohm**, se useremo l'ingresso **non invertente** di fig.124 potremo calcolare il valore della resistenza **R3** con la formula:

valore di R3 = R2 x (guadagno – 1)

quindi per la **R3** dovremo scegliere un valore di:

5.600 x (17,32 – 1) = 91.392 ohm

INGRESSO "NON INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE DUALE

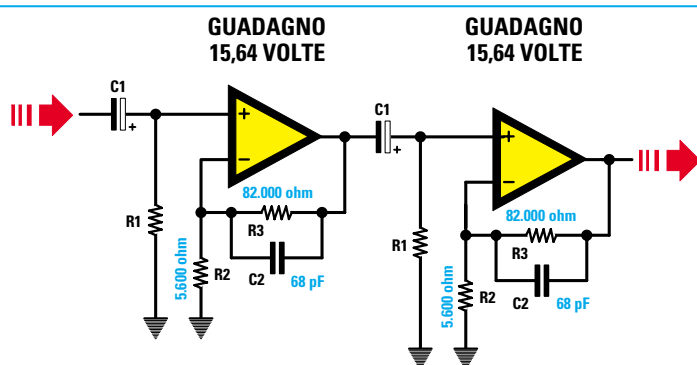



Fig.124 Due stadi amplificatori con ingresso "non invertente" accoppiati in alternata. Con i valori di R2-R3 riportati, il primo e il secondo stadio amplificheranno un segnale di 15,64 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 15,64 x 15,64 = 244,6.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

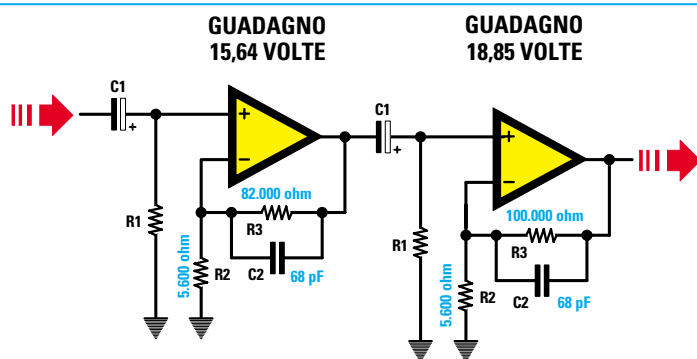



Fig.125 Due stadi amplificatori con ingresso "non invertente" accoppiati in alternata. Con i valori di R2-R3 riportati, il primo stadio amplificherà di 15,64 e il secondo stadio di 18,85 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 15,64 x 18,85 = 294,8.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

INGRESSO "INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE DUALE

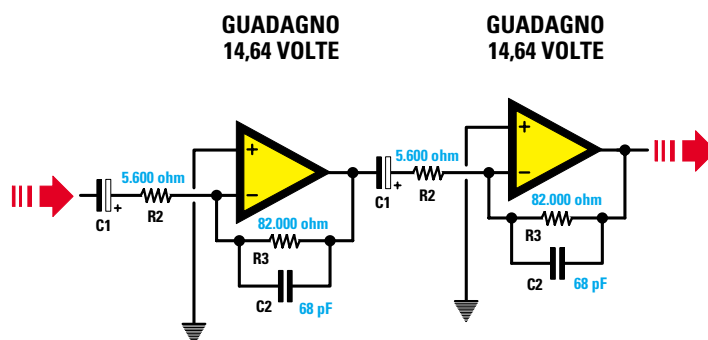



Fig.126 Due stadi amplificatori con ingresso "invertente" accoppiati in alternata. Con il valori di R2-R3 riportati, il primo ed il secondo stadio amplificheranno un segnale di 14,64 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 14,64 x 14,64 = 214,3.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

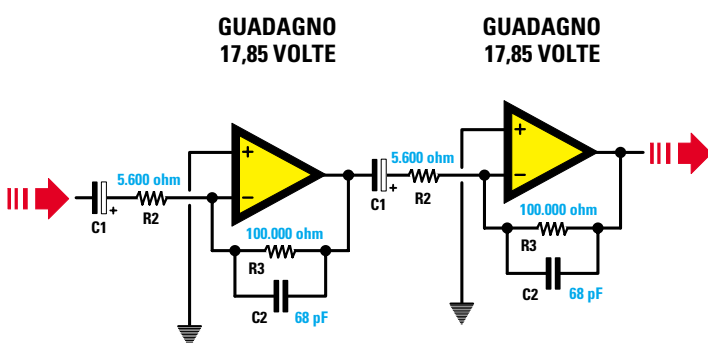
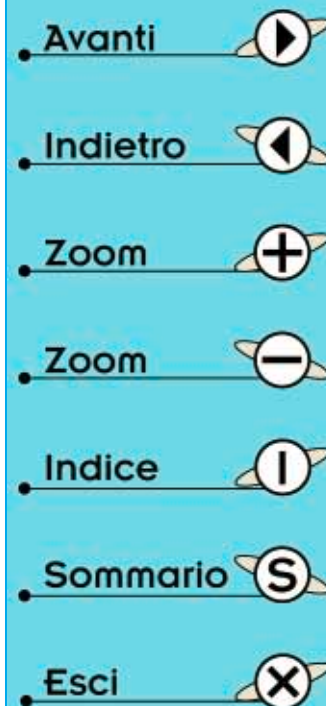



Fig.127 Due stadi amplificatori con ingresso "invertente" accoppiati in alternata. Con i valori di R2-R3 riportati, il primo e il secondo stadio amplificheranno un segnale di 17,85 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 17,85 x 17,85 = 318,6.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

Poichè questo valore non è standard, saremo costretti ad usare **82.000 ohm** o **100.000 ohm**.

Se per **R3** sceglieremo il valore di **82.000 ohm**, ogni singolo stadio amplificherà:

(82.000 : 5.600) + 1 = 15,64 volte

quindi otterremo una amplificazione **totale** di:

15,64 x 15,64 = 244 volte

Se, invece, per **R3** sceglieremo il valore di **100.000 ohm**, ogni singolo stadio amplificherà:

(100.000 : 5.600) + 1 = 18,85 volte

quindi otterremo una amplificazione **totale** di:

18,85 x 18,85 = 355 volte

Se non vogliamo superare un **guadagno** di **300 volte**, potremo inserire nel **primo** stadio una resistenza **R3** da **82.000 ohm** e nel secondo stadio una resistenza **R3** da **100.000 ohm** (vedi fig.125) ed in tal modo otterremo un **guadagno totale** di:

15,64 x 18,85 = 294,8 volte

A questo punto avrete già intuito che, modificando il valore della resistenza **R2**, è possibile ugualmente **variare** il guadagno.

Se useremo per **R3** un valore di **100.000 ohm** e per **R2** un valore di **6.800 ohm**, ogni singolo stadio amplificherà:

(100.000 : 6.800) + 1 = 15,7 volte

quindi otterremo una amplificazione **totale** di:

15,7 x 15,7 = 246,49 volte

2 OPERAZIONALI in SERIE con ingresso INVERTENTE

Se useremo l'ingresso **invertente** come indicato in fig.126, potremo calcolare il valore della resistenza **R3** con la formula:

valore di R3 = R2 x guadagno

Quindi, ammesso che la **R2** risulti ancora da **5.600 ohm**, per la **R3** dovremo scegliere un valore di:

5.600 x 17,32 = 96.992 ohm

Poichè questo valore non è standard saremo costretti a usare **82.000 ohm** o **100.000 ohm**.

Se per **R3** sceglieremo il valore di **82.000 ohm** (vedi fig.126), ogni singolo stadio amplificherà:

82.000 : 5.600 = 14,64 volte

quindi otterremo un'amplificazione **totale** di:

14,64 x 14,64 = 214 volte

Se, invece, per **R3** sceglieremo il valore di **100.000 ohm** (vedi fig.127), ogni singolo stadio amplificherà:

100.000 : 5.600 = 17,85 volte

quindi otterremo un'amplificazione **totale** di:

17,85 x 17,85 = 318 volte

Poichè siamo molto vicini ad un **guadagno** di **300 volte** sceglieremo **100.000 ohm**.

Nota = Tenete presente che il **guadagno** ricavato dai calcoli **teorici** non collimerà mai con quello che rileveremo a montaggio completato, perchè tutte le resistenze hanno una loro **tolleranza**.

PER EVITARE AUTOSCILLAZIONI

Anche con **bassi** guadagni si può correre il rischio che l'operazionale **autoscilli** e, se ciò avviene, **non** sarà possibile amplificare nessun segnale.

Per evitare queste **autoscillazioni** dovremo **sempre** collegare tra il **piedino** di alimentazione e la **massa** un condensatore da **47.000** o **100.000 pF**.

Se l'operazionale è alimentato da una tensione **duale** dovremo utilizzare due condensatori, collegandone uno direttamente al terminale **positivo** dello zoccolo e a **massa** e l'altro al terminale **negativo** e a **massa** come visibile in fig.118.

Se l'operazionale è alimentato da una tensione **singola** utilizzeremo un solo condensatore, collegandolo direttamente ai terminali **+V** e **–V** come visibile in fig.119.

Quindi se avete uno stadio preamplificatore che presenta dei problemi, per eliminarli è sufficiente che colleghiate questi condensatori **direttamente** ai piedini di alimentazione dello zoccolo.

In questa Lezione vi abbiamo spiegato come deve essere usato un operazionale per realizzare uno **stadio preamplificatore**, nella prossima Lezione vi insegneremo come usarlo per tante altre diverse e **interessanti** applicazioni.

Fig.128 Foto del Generatore BF per onde triangolari da 20 Hertz fino a 20.000 Hz siglato LX.5031.

Fig.129 Foto del Generatore BF per onde sinusoidali da 6 Hertz fino a 20.000 Hz siglato LX.5032.

2 GENERATORI di SEGNALI BF

Nessuno può intraprendere con successo un mestiere senza disporre degli strumenti adeguati: così il falegname non può fare a meno del **metro**, il droghiere della **bilancia**, il meccanico del **calibro**.

Anche chi intende avvicinarsi al mondo dell'elettronica non può prescindere dall'uso di alcuni indispensabili "**ferri del mestiere**", come ad esempio un **tester** per misurare volt, amper, ohm, un **capacimetro** per misurare le capacità, un **frequenzimetro** per misurare le frequenze, ecc.

Purtroppo, come avrete senz'altro avuto modo di constatare, questi strumenti sono molto costosi e chi si stia avvicinando per la prima volta all'elettronica potrebbe non essere propenso ad acquistarli subito.

Proprio per corrispondere a questa specifica e assai diffusa esigenza spesso, come in questo caso, dedichiamo alcune pagine della rivista alla pubblicazione di validi ed economici strumenti di misura.

Se ci seguirete vi insegneremo a costruire delle apparecchiature anche sofisticate e se esteticamente non potranno competere con i rifiniti ed accurati strumenti commerciali, all'atto pratico vi forniranno gli stessi risultati.

In questa Lezione vi proponiamo due **Generatori BF**, che vi saranno molto utili per controllare preamplificatori e amplificatori di BF, filtri, controlli di tono e persino per pilotare degli integrati **digitali**.

Il circuito più semplice utilizza un solo integrato e fornisce in uscita delle **onde** di forma **triangolare** che partendo da un frequenza minima di **20 Hertz** riescono a raggiungere una frequenza massima di **25.000 Hertz** circa.

Il secondo circuito, più complesso, utilizza due **integrati**, due **transistor** ed un **fet** e, rispetto al primo, presenta il vantaggio di fornire in uscita delle **onde** di forma **sinusoidale** partendo da un fre-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

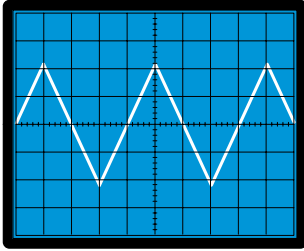
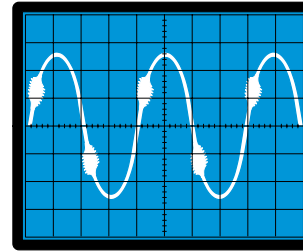
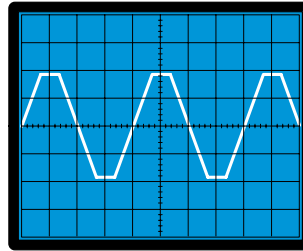
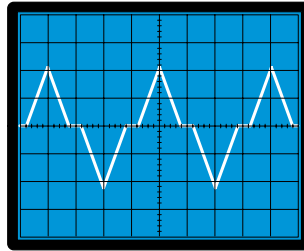



Fig.130 Se un amplificatore BF non distorce, l'onda che applicherete sul suo ingresso la ritroverete sulla sua uscita senza nessuna deformazione (vedi figura di sinistra).

Fig.131 Se l'amplificatore presenta delle anomalie potrete vedere uno scalino, oppure tutte le punte mozzate e se autoscilla dei rigonfiamenti sulle onde (vedi figure in basso).

quenza minima di **6 Hertz** per giungere fino ad una frequenza massima di **25.000 Hertz** circa.

A questo punto molti si chiederanno quali dei due Generatori conviene realizzare, se quello ad onde **triangolari** oppure quello ad onde **sinusoidali**.

Tutto dipende dall'uso che ne fate.
Se utilizzate queste due apparecchiature per controllare ad **orecchio** come funziona uno stadio amplificatore, allora uno vale l'altro.

Solo un domani, quando avrete a disposizione uno strumento chiamato **oscilloscopio**, scoprirete che vi servono entrambe.

Con le **onde triangolari** vi sarà più facile verificare se in un amplificatore i due transistor finali collegati in **push-pull** sono correttamente polarizzati. Se così **non** fosse vedreste un vistoso **scalino** che spezza il triangolo, se poi lo stadio finale **satura**, vedreste le **punte mozzate** (vedi fig.131).

Con le **onde sinusoidali** vi sarà più facile verificare se ci sono distorsioni o autooscillazioni spurie, perché, in questi casi, la forma dell'onda si deforma e presenta piccoli rigonfiamenti.

GENERATORE di ONDE TRIANGOLARI

Con i due soli amplificatori operazionali contenuti all'interno dell'integrato siglato **TL.082** (vedi fig.132), è possibile realizzare un valido **Generatore BF** in grado di fornire delle perfette **onde triangolari**.
Per coprire tutta la gamma **audio** da **20 Hz** fino a **25.000 Hz** abbiamo inserito, tra l'ingresso **invertente**, piedino **6**, ed il piedino d'**uscita** del secondo operazionale siglato **IC1/B**, tre diversi valori di capacità, siglati nello schema **C4-C5-C6**.
Ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otteniamo in uscita la frequenza più **bassa** della gamma prescelta, ruotandolo per la sua **minima** resistenza otteniamo in uscita la frequenza più **alta**.
In via teorica la frequenza generata da questo oscillatore si può calcolare con la formula:

hertz = 500.000 : (kiloohm x nanofarad)

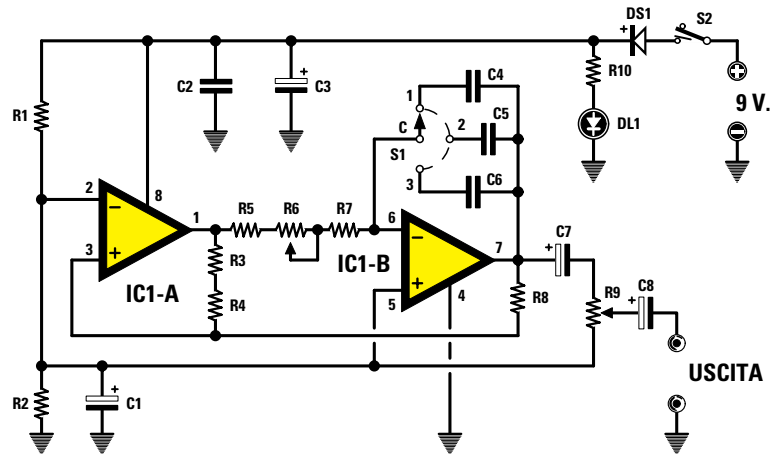
dove:

500.000 è un numero fisso,
kiloohm è il valore dato dalla somma delle resistenze **R5-R6-R7**,
nanofarad è la somma delle capacità inserite tra il piedino **invertente** e l'**uscita** di **IC1/B**.

Poiché nell'elenco componenti il valore delle resistenze **R5-R6-R7** è espresso in **ohm**, per inserire questo dato nella nostra formula dobbiamo innanzitutto convertirlo in **kiloohm** dividendolo per **1.000**.

Va inoltre tenuto presente che le resistenze **R5-R7**, da **10.000 ohm**, sono collegate in **serie** al potenziometro **R6** da **220.000 ohm**, quindi ruotando il cursore in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, il valore ohmico che dobbiamo utilizzare per il calcolo della **frequenza** non è più dato da **R5+R6+R7**, ma solo dalle due resistenze **R5+R7**:

(10.000 + 10.000) : 1.000 = 20 kiloohm

Fig.132 Schema elettrico del Generatore di onde triangolari LX.5031.

ELENCO COMPONENTI LX.5031

R1 = 4.700 ohm
R2 = 4.700 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 220.000 ohm pot. log.
R7 = 10.000 ohm
R8 = 10.000 ohm
R9 = 10.000 ohm pot. log.
R10 = 1.000 ohm
C1 = 47 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 47 mF elettrolitico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 10.000 pF poliestere
C6 = 1.000 pF poliestere
C7 = 10 mF elettrolitico
C8 = 10 mF elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DL1 = diodo led
IC1 = integrato tipo TL.082
S1 = commutatore 3 pos.
S2 = interruttore

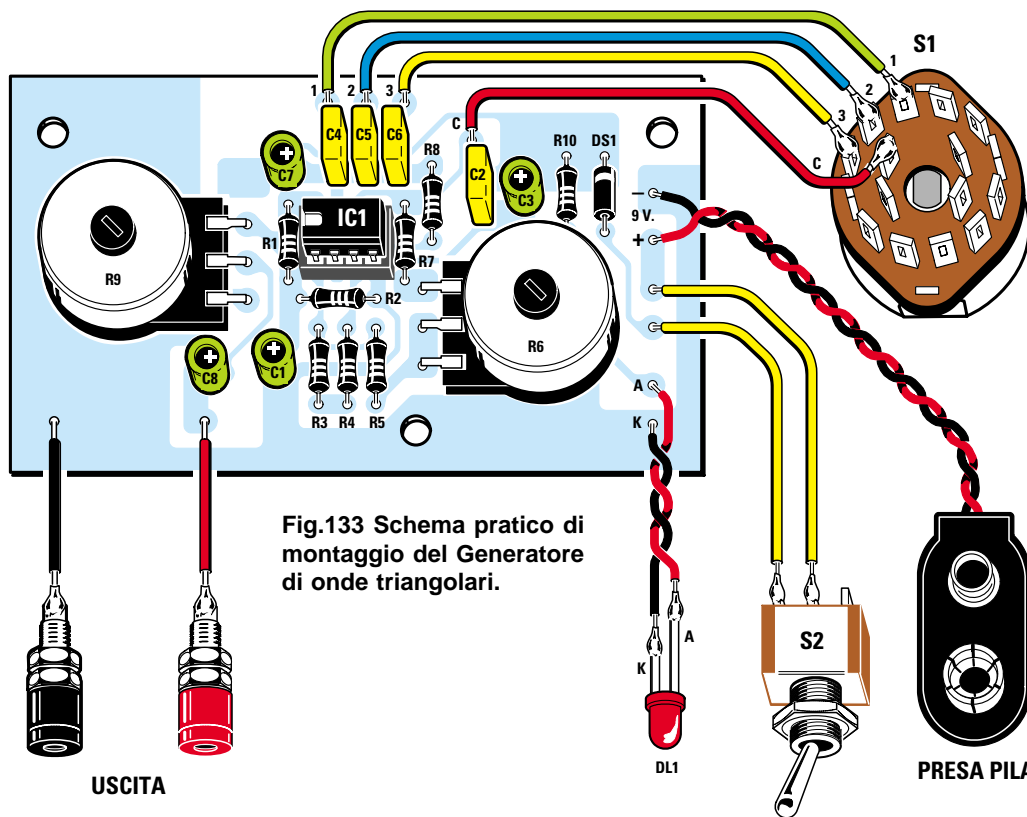



Fig.133 Schema pratico di montaggio del Generatore di onde triangolari.

Se al contrario ruotiamo il cursore del potenziometro **R6** per la sua massima resistenza, che, come abbiamo detto, è di **220.000 ohm**, il valore ohmico da utilizzare per il calcolo della **frequenza** è di:

(10.000 + 10.000 + 220.000) : 1.000 = 240 kiloohm

Prima di calcolare la **frequenza**, dobbiamo anche convertire in **nanofarad** le capacità dei condensatori **C4-C5-C6**, espresse nella lista componenti in **picofarad**, dividendole per **1.000**:

C4	**100.000 pF : 1.000 =**	**100 nanofarad**
C5	**10.000 pF : 1.000 =**	**10 nanofarad**
C6	**1.000 pF : 1.000 =**	**1 nanofarad**

A questo punto possiamo calcolare le frequenze generate dall'oscillatore.
Se il commutatore **S1** collega sull'operazionale **IC1/B** il condensatore **C4** da **100 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (240 x 100) = 20,83 Hertz

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 100) = 250 Hertz

Se il commutatore **S1** collega sull'operazionale **IC1/B** il condensatore **C5** da **10 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (240 x 10) = 208 Hertz

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 10) = 2.500 Hertz

Se il commutatore **S1** collega sull'operazionale **IC1/B** il condensatore **C6** da **1 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (240 x 1) = 2.083 Hertz

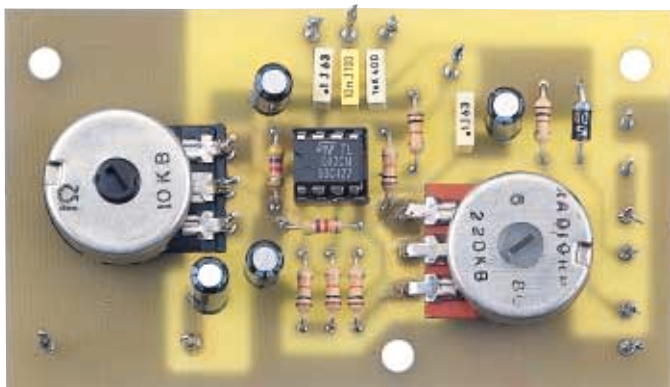



Fig.134 Come si presenterà la scheda LX.5031 dopo che avrete montato tutti i suoi componenti.

Fig.135 La scheda LX.5031 montata all'interno del suo mobile plastico. Il commutatore rotativo S1, da utilizzare per il cambio gamma, andrà fissato sul pannello frontale.

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 1) = 25.000 Hertz

Tenete presente che le frequenze calcolate risulteranno **leggermente** diverse da quelle prelevate effettivamente dall'uscita dell'oscillatore, perché tutti i componenti hanno una loro **tolleranza**.
Ammesso dunque che il condensatore **C4** abbia una capacità di **100,5 nanofarad**, anziché di **100 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **minima** resistenza anziché ottenere una frequenza di **250 Hertz** otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 100,5) = 248 Hertz

Se il potenziometro **R6** a causa della sua **tolleranza** avesse un valore di **226.000 ohm**, ruotandolo per la sua **massima** resistenza non otterremo più **20,83 Hertz**, ma una frequenza di:

500.000 : (246 x 100,5) = 20,22 Hertz

In concreto queste differenze non sono determinanti, perché, supposto che si voglia controllare un amplificatore, anche se partiamo da una frequenza minima approssimata sui **20-21 Hz** e raggiungiamo un frequenza massima approssimata di **24.000-25.000 Hz**, sapremo comunque se il nostro amplificatore è idoneo ad amplificare tutta la gamma audio dai **bassi** agli **acuti**.

L'**ampiezza** massima del segnale **BF** che possiamo prelevare sull'uscita del generatore è di circa **3,5 volt p/p** se alimentiamo il circuito con una tensione di **9 volt**, e di circa **4,5 volt p/p** se lo alimentiamo con una tensione di **12 volt**.
Poiché per collaudare i **preamplificatori** occorrono dei segnali di pochi **millivolt**, per ridurre il segnale abbiamo inserito il potenziometro **R9**.

Questo Generatore può essere alimentato con una tensione di **9 volt**, che potete prelevare da una normale pila per radio, oppure, per risparmiare il costo della pila, con una tensione di **12 volt**, che potete prelevare dall'alimentatore **LX.5004**, presentato nella Lezione N.7 del nostro corso.

È ovvio che per utilizzare l'alimentatore esterno non dovrete collegare i due fili del **portapila** sui terminali presenti sul circuito stampato, ma sul circuito dovrete collegare due fili, uno **rosso** ed **nero**, lunghi quanto basta per arrivare ai due **morsetti** d'uscita dell'alimentatore.

Il diodo **DS1**, che abbiamo inserito in serie al filo **positivo** di alimentazione, serve per proteggere il circuito nel caso collegassimo, per **errore**, il terminale **negativo** dell'alimentatore sul filo **positivo**.

GENERATORE di ONDE SINUSOIDALI

Il circuito del Generatore in grado di fornire delle **onde sinusoidali** con una bassissima distorsione è un poco più complesso del precedente.
Come potete vedere in fig.136, occorrono due operazionali **TL.082**, un **fet** e due **transistor** oltre a un **doppio** potenziometro (vedi **R6-R10**) ed un **doppio** commutatore rotativo (vedi **S1/A-S1/B**) per inserire i condensatori per le **4 portate**.

Infatti per coprire tutta la gamma **audio** da **6 Hz** fino a **25.000 Hz** occorre inserire sui due operazionali **IC2/A-IC2/B** quattro diverse capacità siglate **C3-C4-C5-C6** e **C10-C11-C12-C13**.
In teoria la frequenza generata da questo oscillatore si potrebbe calcolare con la formula:

hertz = 175.000 : (kiloohm x nanofarad)

dove:

175.000 è un numero fisso,
kiloohm è il valore dato dalla somma delle resistenze **R5-R6**,
nanofarad è la capacità inserita sull'operazionale **IC2/A** (questa capacità deve risultare identica a quella applicata su **IC2/B**).

Poiché nella lista componenti i valori delle resistenze sono espressi in **ohm** e quelli dei condensatori in **picofarad**, per convertirli in **kiloohm** e in **nanofarad** dovremo dividerli per **1.000**.

Tenete presente che in **serie** al potenziometro **R6**, da **47.000 ohm**, è inserita la resistenza **R5** da **6,8 kiloohm**, quindi quando ruoteremo il cursore del potenziometro in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, il valore ohmico che dovremo utilizzare per il calcolo della **frequenza** sarà di **6,8 kiloohm**, quando invece ruoteremo il cursore per la sua **massima** resistenza il valore ohmico che dovremo utilizzare per il calcolo sarà di:

6,8 + 47 = 53,8 kiloohm

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **470 nanofarad** (vedi **C3**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 470) = 6,9 Hertz

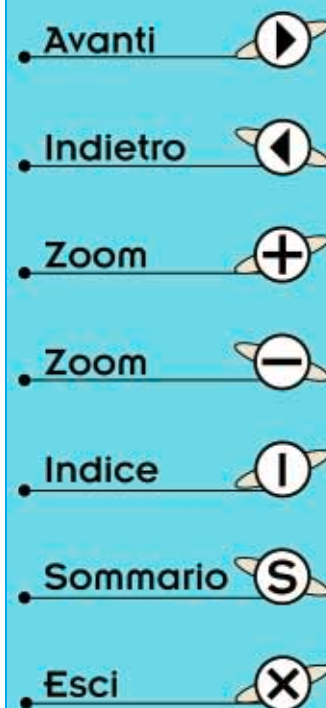
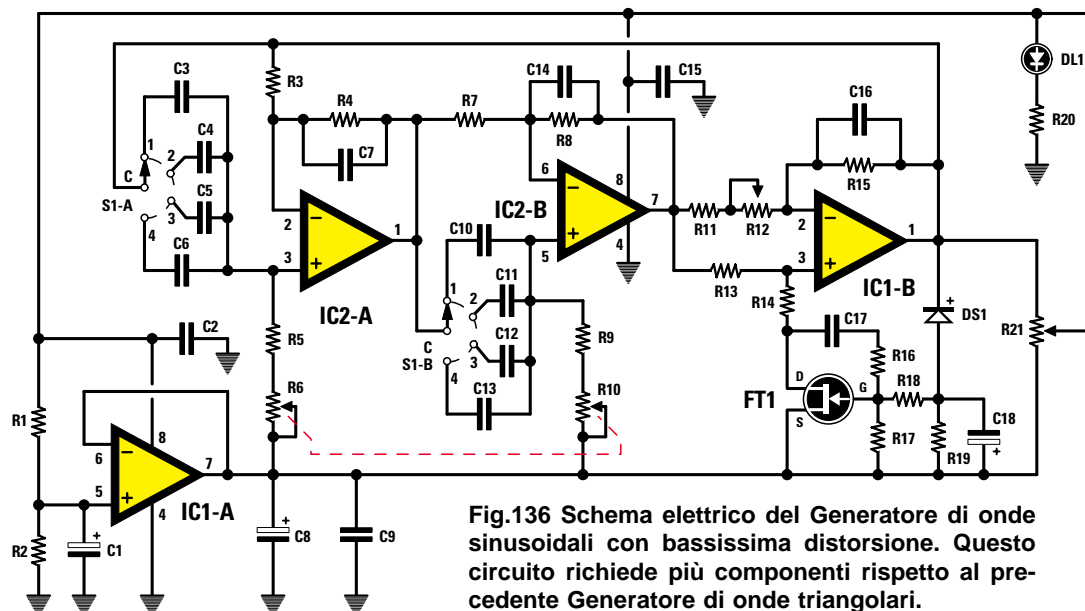



Fig.136 Schema elettrico del Generatore di onde sinusoidali con bassissima distorsione. Questo circuito richiede più componenti rispetto al precedente Generatore di onde triangolari.

ELENCO COMPONENTI LX.5032

R1 = 10.000 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 6.800 ohm
R6 = 47.000 ohm pot. log.
R7 = 10.000 ohm
R8 = 10.000 ohm
R9 = 6.800 ohm
R10 = 47.000 ohm pot. log.
R11 = 1.000 ohm
R12 = 1.000 ohm trimmer
R13 = 180 ohm
R14 = 150 ohm
R15 = 10.000 ohm
R16 = 100.000 ohm
R17 = 100.000 ohm
R18 = 470.000 ohm
R19 = 1 megaohm
R20 = 1.000 ohm
R21 = 10.000 ohm pot. log.
R22 = 180 ohm
R23 = 3.300 ohm
R24 = 3.300 ohm
R25 = 220 ohm
R26 = 220 ohm
C1 = 10 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 470.000 pF poliestere
C4 = 68.000 pF poliestere
C5 = 8.200 pF poliestere
C6 = 1.000 pF poliestere
C7 = 22 pF ceramico
C8 = 10 mF elettrolitico
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 470.000 pF poliestere
C11 = 68.000 pF poliestere
C12 = 8.200 pF poliestere
C13 = 1.000 pF poliestere
C14 = 22 pF ceramico
C15 = 100.000 pF poliestere
C16 = 22 pF ceramico
C17 = 470.000 pF poliestere
C18 = 1 mF elettrolitico
C19 = 47 mF elettrolitico
C20 = 100.000 pF poliestere
C21 = 220 mF elettrolitico
DS1-DS3 = diodi tipo 1N.4150
DS4 = diodo tipo 1N.4007
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.547
TR2 = PNP tipo BC.328
FT1 = fet tipo BC.264B
IC1 = integrato tipo TL.082
IC2 = integrato tipo TL.082
S1/A-S1/B = commut. 2 vie 4 pos.
S2 = interruttore

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 470) = 54,7 Hertz

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **68 nanofarad** (vedi **C4**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 68) = 47,8 Hertz

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 68) = 378,4 Hertz

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **8,2 nanofarad** (vedi **C5**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 8,2) = 396,6 Hertz

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 8,2) = 3.138 Hertz

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **1 nanofarad** (vedi **C6**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 1) = 3.252 Hertz

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 1) = 25.735 Hertz

Poiché il commutatore **S1/A** è accoppiato a **S1/B** ed il potenziometro **R6** al potenziometro **R10**, applicando sull'operazionale **IC2/A** determinati valori ohmici e capacitivi, gli stessi valori verranno inseriti anche sull'operazionale **IC2/B**.

Fig.137 Schema pratico di montaggio del Generatore di onde sinusoidali. Il commutatore rotativo S1 è applicato sul lato opposto del circuito stampato, come risulta visibile nella foto di fig.138. Poichè nel disegno non sono ben visibili, precisiamo che i terminali del potenziometro R6 vanno collegati nei 3 fori presenti sullo stampato in prossimità del suo corpo, mentre quelli del potenziometro R10 nei 3 fori presenti a destra.

Fig.138 Sopra, la foto della scheda LX.5032 vista dal lato dei componenti e, sotto, la foto della stessa scheda vista dal lato opposto dove è fissato il commutatore S1.

Fig.139 Il circuito LX.5032 andrà fissato all'interno del suo mobile plastico utilizzando i 4 distanziatori plastici con base autoadesiva inseriti nel kit.

Anche in questo Generatore le frequenze calcolate risulteranno maggiori o minori di circa un **10%** a causa della **tolleranza** dei componenti.

Considerando che questo Generatore si usa per controllare dei preamplificatori o finali di BF, il margine che si ottiene è più che accettabile per uno strumento ultraeconomico.

Per sapere con assoluta **precisione** quale frequenza viene generata avremmo dovuto completare questo strumento con un **frequenzimetro digitale**, il cui costo non risulta però giustificato.

In ogni modo chi dispone già di questo strumento potrà leggere la frequenza generata prelevandola direttamente sul piedino d'uscita di **IC1/B**.

Per completare la descrizione del funzionamento del Generatore dobbiamo aggiungere che l'operazionale siglato **IC1/A** viene utilizzato per ottenere **metà tensione** di alimentazione, indispensabile per alimentare gli ingressi **non invertenti** degli operazionali, cioè quelli contrassegnati sullo schema con il simbolo **+**.
Se con un comune tester misurate la tensione presente tra il **positivo** di alimentazione ed il piedino d'uscita di **IC1/A** leggerete **4,5 volt positivi**, mentre se misurate la tensione presente tra il piedino d'uscita di **IC1/A** e il **negativo** di alimentazione leggerete una tensione di **4,5 volt negativi**.
Pertanto i tre operazionali **IC2/A-IC2/B-IC1/B** ed il fet **non** vengono alimentati con una tensione **singola** di **9 volt**, ma con una tensione duale di

4,5+4,5 volt, perché l'uscita di **IC1/A** viene utilizzata come **massa fittizia**.

Il **fet** collegato su **IC1/B** provvede a correggere in modo automatico il **guadagno** di questo operazionale per poter ottenere in uscita un segnale d'**ampiezza costante** su tutte e quattro le gamme di frequenze con il minimo di distorsione.

Il diodo **DS1**, infatti, provvede a raddrizzare le semionde **negative** del segnale presente sull'uscita dell'operazionale caricando il condensatore elettrolitico **C18** applicato sul **G**ate del fet.
Questo fet si comporta come una resistenza **variabile** che fa **ridurre** il guadagno di **IC1/B** se aumenta la tensione **negativa** raddrizzata dal diodo **DS1**, e fa **aumentare** il guadagno di **IC1/B** se si abbassa la tensione **negativa** raddrizzata dal diodo **DS1**.

I transistor **TR1-TR2** applicati dopo il potenziometro lineare **R21**, che regola l'ampiezza della tensione d'uscita, vengono utilizzati come amplificatori finali di **corrente**.

L'**ampiezza** massima del segnale **BF** che possiamo prelevare sull'uscita di questo Generatore è di circa **3,5 volt picco/picco** se il circuito viene alimentato con una tensione di **9 volt** e di circa **5 volt picco/picco** se viene alimentato con una tensione di **12 volt**.

Per alimentare il Generatore a **9 volt** potete usare una comune **pila**, se invece volete alimentarlo a **12 volt** potete prelevare questa tensione sull'uscita dell'alimentatore siglato **LX.5004**, presentato nella Lezione N.7 del nostro corso.

Ovviamente per utilizzare l'alimentatore esterno non dovrete più collegare i due fili del **portapila** sui terminali presenti sul circuito stampato, ma sul circuito dovrete collegare due fili, uno **rosso** ed **nero**, lunghi quanto basta per arrivare ai due **morsetti** d'uscita dell'alimentatore.

Come nel circuito precedente, anche in questo il diodo **DS4** inserito in serie al filo **positivo** di alimentazione serve per proteggere il circuito nel caso collegaste, per **errore**, il terminale **negativo** dell'alimentatore sul filo **positivo**.

REALIZZAZIONE PRATICA GENERATORE onde TRIANGOLARI

Per realizzare il Generatore di onde triangolari dovete montare sul circuito stampato siglato **LX.5031** tutti i componenti visibili in fig.133, iniziando dallo zoccolo dell'integrato **IC1**.
Dopo aver stagnato i suoi piedini sulle piste in rame del circuito stampato, potete inserire tutte le **resistenze** ed il diodo **DS1**, rivolgendo il lato contornato da una fascia **bianca** verso l'alto, come è stato disegnato nello schema pratico di fig.133.
Proseguendo nel montaggio stagnate i condensatori **poliestere** e poiché sul loro corpo sono stampigliate delle sigle inusuali rispetto a quanto riportato nell'elenco componenti, per trarvi d'impaccio vi indichiamo a cosa corrispondono:

1n = 1.000 pF
10n = 10.000 pF
.1 = 100.000 pF

Dopo questi condensatori stagnate gli **elettrolitici** prestando attenzione alla polarità dei terminali, e poiché sul loro corpo non sempre è indicato il segno **+**, ricordate che questo terminale è sempre **più lungo** del terminale negativo.

A questo punto potete dedicarvi al montaggio dei due potenziometri **R6** da **220K** ed **R9** da **10K**.
Prima di fissare i loro corpi sullo stampato tramite il loro dado, dovrete **accorciare** con un piccolo seghetto i loro **perni**, in modo da ottenere una lunghezza di 16 mm (vedi fig.141).
Su ogni terminale dei potenziometri dovete sta-

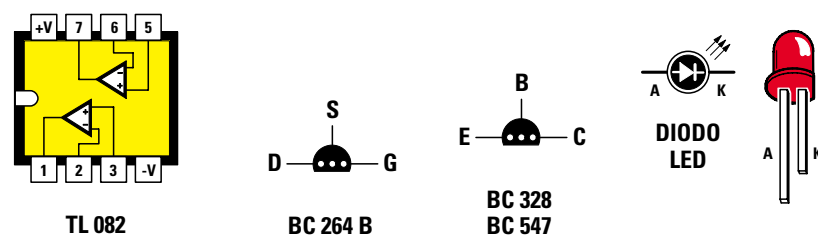
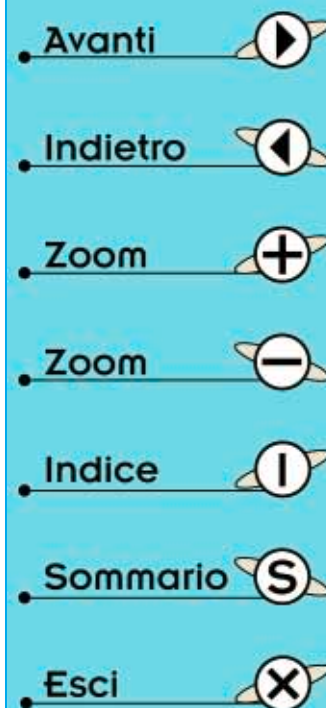



Fig.140 Connessioni viste da sopra dell'integrato TL.082 utilizzato nei due Generatori e quelle del fet BC.264 e dei transistor BC.328-BC.547, usati nel solo kit siglato LX.5032, viste da sotto. Il terminale più lungo dei diodi led è l'Anodo, il più corto il Catodo.

gnare un sottile filo di rame **nudo**, la cui estremità andrà collegata nei fori presenti sullo stampato.

Prima di fissare il circuito stampato sulla mascherina frontale, tramite i distanziatori plastici con base **autoadesiva**, ai quali ovviamente dovrete togliere la carta di protezione posta sulla base, dovete stagnare sullo stampato i fili del **portapila**, quelli dell'interruttore **S2**, quelli del commutatore **S1**, quelli del **diodo led** e quelli che collegheranno al circuito le **boccole** d'uscita.

Dopo aver accorciato il perno del commutatore rotativo **S1** in modo che la manopola rimanga distanziata dal pannello di circa **1 mm**, potete bloccare anche questo componente al pannello e stagnare sui suoi terminali **1-2-3-C** i fili che avrete già provveduto a collegare al circuito stampato.
Poiché su questo commutatore sono presenti 4 terminali **centrali**, dovrete necessariamente scegliere il terminale **C** del **settore** corrispondente ai terminali **1-2-3** sui quali avete già stagnato i fili, diversamente il Generatore non funzionerà.

Prestate attenzione anche quando stagnate i fili al diodo led, perché se invertite il collegamento anodo - catodo il diodo **non** si accenderà.

Quando fissate le **boccole** d'uscita sul pannello frontale dovete sfilare la **rondella** di plastica che andrà poi inserita sul retro del pannello, come visibile in fig.143, in modo da isolare il loro corpo dal metallo del mobile.

Solo a questo punto potete innestare nello zoccolo l'integrato **TL.082**, rivolgendo la sua tacca di riferimento a forma di **U** verso il potenziometro **R9**.

Una volta che avrete collegato la pila da **9 volt** potrete prelevare sulle boccole d'uscita il segnale di **BF** e se possedete un piccolo amplificatore potrete inserirlo sull'ingresso ed ascoltare in altoparlante tutte le frequenze acustiche.
In mancanza dell'amplificatore potrete applicare questo segnale anche ad una **cuffia**.

REALIZZAZIONE PRATICA GENERATORE onde SINUSOIDALI

Per realizzare il Generatore di onde sinusoidali, bisogna montare sul circuito stampato siglato **LX.5032** tutti i componenti visibili in fig.137.

Sebbene lo schema di questo circuito, facendo uso di un numero maggiore di componenti, risulti un pò più complesso del precedente, seguendo le istruzioni che vi forniremo riuscirete a completarlo senza nessuna difficoltà.

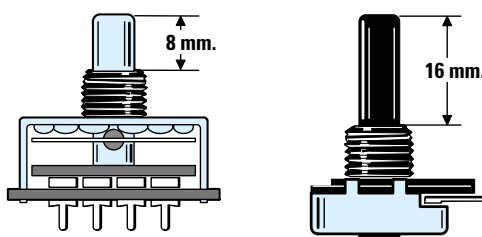



Fig.141 Prima di fissare i due potenziometri sullo stampato LX.5031, dovete accorciare i loro perni in modo che risultino lunghi 16-17 mm. Il perno del commutatore rotativo dovrà risultare lungo 8-9 mm.

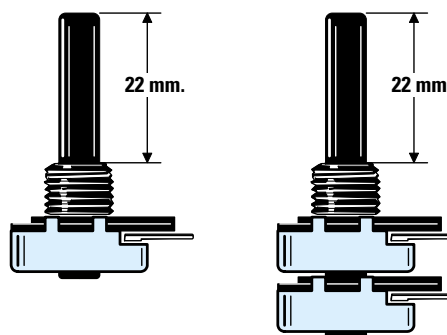



Fig.142 Anche i perni dei due potenziometri da fissare sullo stampato LX.5032 vanno accorciati, in modo che risultino lunghi all'incirca 22-23 mm, per evitare che la manopola sfreghi il pannello frontale.

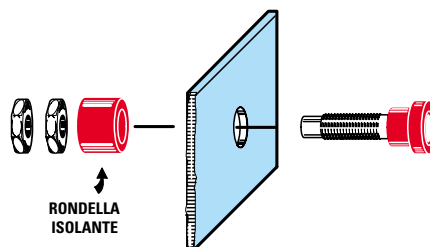



Fig.143 Come evidenziato in figura, le boccole d'uscita vanno fissate sul pannello frontale inserendo nel retro la rondella isolante sfilata dal loro corpo. In assenza di tale rondella, il segnale BF verrà cortocircuitato sul metallo del pannello.

Come prima operazione vi consigliamo di inserire sullo stampato i due **zoccoli** per gli integrati **IC1-IC2** e di stagnare i loro piedini sulle piste in rame facendo attenzione a non cortocircuitare due piedini o delle piste adiacenti con qualche **grossa** goccia di stagno.

Completata questa operazione potete continuare con tutte le **resistenze**, il **trimmer** siglato **R12** e poi i quattro **diodi** al silicio siglati **DS**.
I diodi con corpo in vetro siglati **DS1-DS2-DS3** vanno inseriti rivolgendo il lato del corpo contornato da una fascia **nera** verso sinistra, mentre il diodo con corpo plastico siglato **DS4** va inserito rivolgendo la fascia **bianca** verso destra (vedi fig.137).

Proseguendo nel montaggio stagnate i tre condensatori **ceramici** e di seguito tutti i **poliestere**.
Poiché le sigle stampigliate sui loro corpi sono diverse da quelle riportate nell'elenco componenti, per trarvi d'impaccio vi indichiamo a quali valori corrispondono:

1n = 1.000 pF
8n2 = 8.200 pF
10n = 10.000 pF
68n = 68.000 pF
.1= 100.000 pF
.47 = 470.000 pF

Dopo i condensatori poliestere potete continuare con tutti gli **elettrolitici**, per i quali va rispettata la polarità **+/–** dei due terminali.

Ora prendete il transistor siglato **BC.328** ed inseritelo nella posizione indicata **TR2** rivolgendo la parte **piatta** del corpo verso il potenziometro **R21**, quindi prendete il transistor siglato **BC.547** ed inseritelo nella posizione indicata **TR1** rivolgendo la parte **piatta** del corpo verso **TR2**, come appare anche visibile nello schema pratico di fig.137.

Dopo i transistor montate il fet siglato **BC.264** nei fori siglati **FT1** rivolgendo la parte piatta del suo corpo verso il condensatore **C17**.

A proposito di questi componenti, **TR1**-**TR2** e **FT1**, è bene ricordare di tenere i loro corpi distanziati dal circuito stampato, quindi non accorciate i loro terminali. Solo in questo modo infatti non correrete il rischio di surriscaldare con il calore del saldatore e dello stagno il loro circuito interno.

A questo punto potete dedicarvi al montaggio del potenziometro **R21** da **10K** e del **doppio** potenziometro **R10-R6** da **47K**.
Prima di fissare i loro corpi sullo stampato tramite il loro dado, dovrete **accorciare** i loro **perni** di 22 mm, come visibile in fig.142.
Per collegare i loro terminali sulle piste del circuito stampato utilizzate dei corti e sottili fili di rame **nudo**: i terminali del potenziometro **R6** vanno collegati nei tre fori presenti vicino al suo corpo, mentre i terminali del potenziometro **R10** vanno collegati nei tre fori posti vicino alla resistenza **R9**.

Prima di inserire il commutatore rotativo **S1** sul circuito stampato e stagnare i suoi terminali sulle piste, dovrete accorciato il suo perno di circa 8 mm (vedi fig.141), in modo che si trovi alla stessa altezza dei perni dei due potenziometri.

Dopo aver stagnato i fili del **portapila**, quelli del **diodo led**, quelli dell'interruttore **S2** e quelli per il collegamento alle **boccole** d'uscita, inserite nei quattro fori presenti sui lati del circuito stampato i perni dei **distanziatori** plastici provvisti di base autoadesiva e, dopo aver tolto la carta che protegge la superficie adesiva, premeteli sul pannello frontale in modo che non se ne distacchino più.

Sul pannello frontale fissate anche l'interruttore **S2**, la gemma per il **diodo led** e le due boccole d'uscita del segnale **BF**.

Prestate attenzione quando stagnerete i due fili sul diodo led, perché se li invertirete **non** si accenderà.

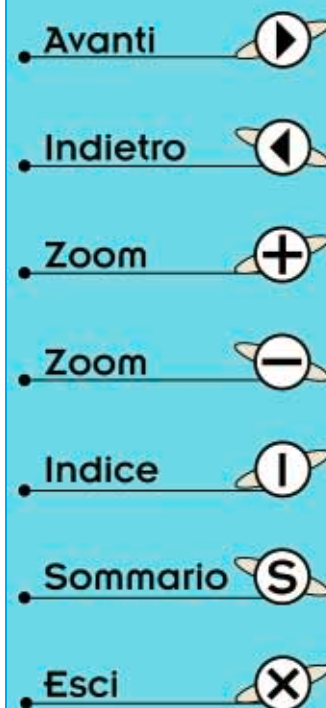
Ora che il cablaggio è terminato potete inserire negli zoccoli i due integrati **TL.082** rivolgendo la loro tacca di riferimento a forma di **U** in basso, come visibile in fig.137.

Anche se avete collegato la pila da **9 volt** non potete ancora prelevare dalle boccole d'uscita il segnale di **BF**, perché prima è necessario **tarare** il trimmer **R12**. Poiché è immaginabile che non abbiate un oscilloscopio per vedere la forma d'onda del segnale che appare in uscita, vi insegneremo tutte le operazioni da eseguire per la taratura avendo a disposizione solo un **tester**.

1 – Prendete il vostro tester e commutatelo sulla portata **1 volt fondo** scala **AC** (tensione alternata).

2 – Collegate i due **puntali** sulle boccole d'uscita.

3 – Ruotate con un piccolo cacciavite il cursore del trimmer **R12** tutto in senso **antiorario**; noterete che il tester **non** indica nessuna tensione.

4 – Ruotate la manopola del commutatore **Range** su **A**, cioè sulla gamma da **6 Hz** a **50 Hz**, poi ruotate la manopola della sintonia sui **50 Hz circa** e

la manopola del potenziometro **Signal Output** che significa **segnale** in **uscita** per il suo **massimo**.

5 – Con un cacciavite ruotate lentamente il cursore del trimmer **R12** in senso **orario** fino a trovare la posizione in cui il tester leggerà una tensione **alternata** di **1 volt**.

6 – Quando leggete sul tester **1 volt fondo scala non** ruotate oltre il cursore del trimmer **R12**, anche se notate che la tensione d'uscita aumenta, perché superando questo valore non otterreste più una perfetta **onda sinusoidale** priva di **distorsione**.

7 – Quando fate questa **taratura** alimentate il Generatore con la tensione della **pila** da **9 volt**, perché se lo alimentate con una tensione esterna di **12 volt** in uscita otterrete **1,7 volt** anzichè **1 volt**.

8 – Non provate a misurare la tensione in uscita su frequenze maggiori di **400-500 Hz**, perché sono pochi i tester che riescono a raddrizzare queste elevate frequenze.

Tenete presente che la tensione che si legge sul tester è espressa in **volt efficaci**, quindi chi volesse conoscere il valore dei **volt picco/picco** dovrà moltiplicare i **volt efficaci x 2,82**.

Se collegate una **cuffia** sulle boccole d'uscita potrete ascoltare tutte le frequenze, dalle note **basse** ai **super/acuti**, ma è necessario fare alcune piccole precisazioni: non tutte le cuffie riescono a riprodurre le frequenze sotto i **20-30 Hz**; inoltre, se per i **super/acuti** queste riescono a riprodurre anche i **20.000 Hz**, il nostro orecchio può avere delle difficoltà a sentire le frequenze oltre i **15.000 Hz**.

Possedendo un **Generatore BF** potrete controllare con estrema facilità qualsiasi amplificatore e senz'altro vi stupirete di essere riusciti seguendo questa Lezione di elettronica a costruire da voi, con una spesa irrisoria, uno strumento di lavoro che indubbiamente vi sarà molto utile.

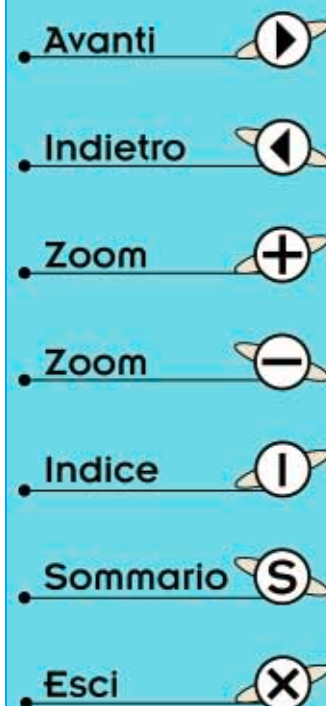
COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Generatore BF **LX.5031** per onde **Triangolari** completo di circuito stampato e mobile
Lire 47.000 **Euro 24,27**

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Generatore BF **LX.5032** per onde **Sinusoidali** completo di circuito stampato e mobile
Lire 66.000 **Euro 34,09**

Costo del solo circuito stampato **LX.5031**
Lire 4.600 **Euro 2,38**

Costo del solo circuito stampato **LX.5032**
Lire 10.000 **Euro 5,16**

**Fig.144 Seguendo le nostre Lezioni, molti giovani sono già in grado di montare e far funzionare dei circuiti elettronici.
Questi giovani, che hanno tutti iniziato da "zero", diventeranno in un prossimo futuro dei tecnici specializzati.**

Per la lettura della capacità potete utilizzare dei Tester a lancetta oppure digitali.

CAPACIMETRO per TESTER

Non vi nascondiamo che quando riceviamo lettere di stima firmate dagli insegnanti degli Istituti tecnici per il nostro corso **Imparare l'elettronica partendo da zero** ci sentiamo molto lusingati.
Sapere che i nostri sforzi per rendere chiara una materia così complessa qual è l'elettronica non sono spesi invano, ci gratifica di tutto il lavoro che c'è dietro ogni progetto, ogni disegno, ogni frase.

Spesso i professori ci esortano nelle loro lettere a proseguire su questa strada, seguitando a scrivere testi sempre così comprensibili e, con l'esperienza acquisita nei loro anni di insegnamento, sempre a diretto contatto con i loro allievi, ci danno dei suggerimenti sui circuiti che, per la loro utilità, sarebbero particolarmente graditi ad un pubblico giovane, desideroso di imparare.

Tra le tante richieste che ci sono arrivate, abbiamo scelto di esaudire quella inerente alla progettazione di un semplice ed economico **capacimetro** che, collegato ad un **tester** analogico o digitale, ci consenta di misurare qualsiasi valore di capacità partendo da pochi picofarad.
Con questo strumento anche i giovani studenti potranno individuare senza difficoltà la capacità di qualsiasi condensatore quando dal suo corpo si è **cancellata** la sigla oppure l'esatto valore di un condensatore variabile o di un compensatore ed anche il valore di un **diodo varicap**.

PRINCIPIO di FUNZIONAMENTO

Il progetto, di cui potete osservare lo schema elettrico in fig.145, utilizza **2** soli integrati digitali e risulterà utile non solo agli studenti, ma anche a quanti non possiedono ancora un preciso **capacimetro**.

Poiché il nostro obiettivo è quello di insegnare **elettronica**, non ci limiteremo a proporvi di montare i pochi componenti sul circuito stampato per vederlo subito funzionare, ma ci dilungheremo sul suo principio di funzionamento.
Per questo schema infatti, abbiamo adottato delle soluzioni ingegnose, che ogni bravo tecnico progettista potrà mettere a frutto per altre applicazioni, se avrà la pazienza di leggere tutto l'articolo.

Per capire come funziona questo capacimetro dobbiamo innanzitutto conoscere come cambiano i **livelli logici** dei due Nand collegati in configurazione **flip/flop SR** (queste due lettere significano **S**et-**R**eset).

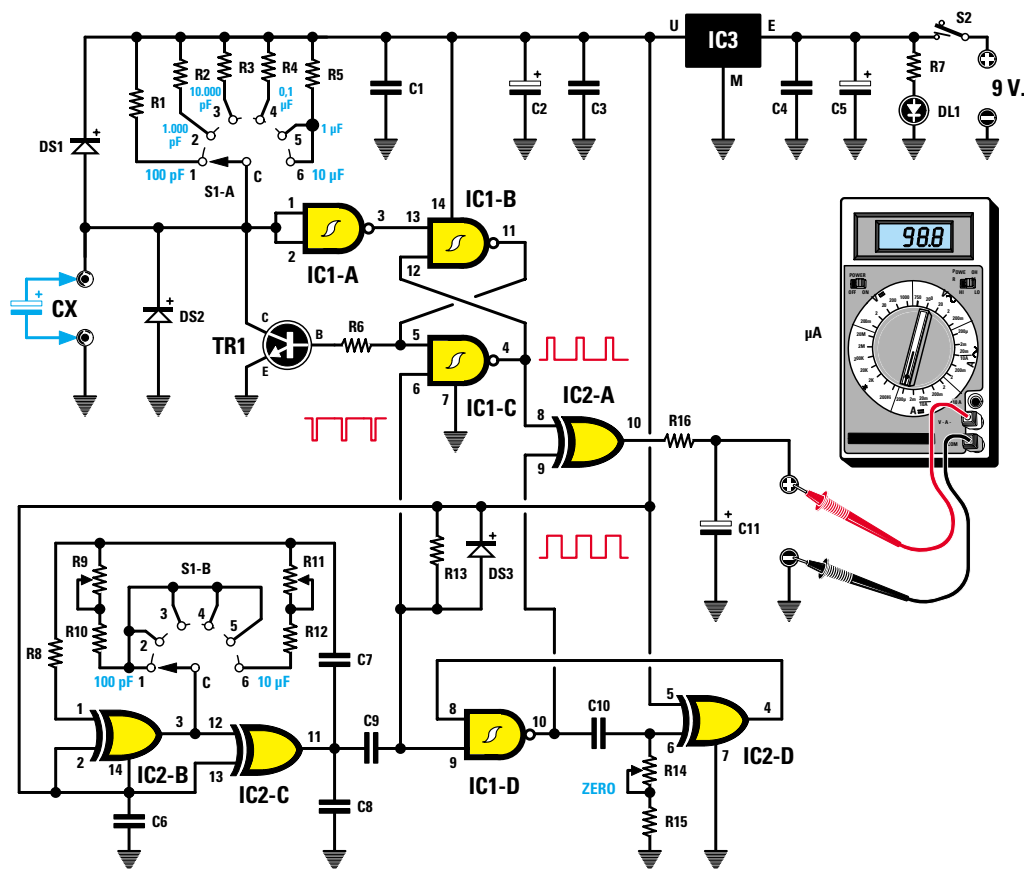



Fig.145 Schema elettrico del capacimetro. Nota: se all'uscita del capacimetro collegate un Tester a lancetta commutato sulla portata 100 microamper, dovete utilizzare per la R16 un valore di 22.000 ohm, mentre se collegate un Tester commutato sulla portata 300 microamper dovete utilizzare per la R16 un valore di 5.600 ohm.

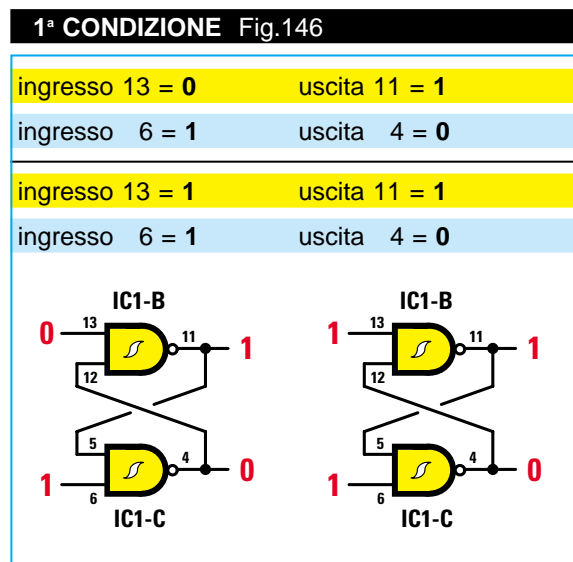
ELENCO COMPONENTI LX.5033

R1 = 1 megaohm 1%
R2 = 100.000 ohm 1%
R3 = 10.000 ohm 1%
R4 = 1.000 ohm 1%
R5 = 100 ohm 1%
R6 = 2.200 ohm
R7 = 820 ohm
R8 = 1 Megaohm
R9 = 5.000 ohm trimmer
R10 = 8.200 ohm
R11 = 50.000 ohm trimmer
R12 = 68.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 100.000 ohm pot. lin.
R15 = 4.700 ohm
R16 = 22.000 ohm (vedi nota)
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 47 mF elettrolitico
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100 mF elettrolitico
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 6.800 pF poliestere
C8 = 470 pF ceramico
C9 = 470 pF ceramico
C10 = 1.500 pF poliestere
C11 = 22 mF elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DS2 = diodo tipo 1N.4007
DS3 = diodo tipo 1N.4150
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.547
IC1 = C/Mos tipo 4093
IC2 = C/Mos tipo 4070
IC3 = MC.78L05
S1 = commut. 2 vie 6 pos.
S2 = interruttore

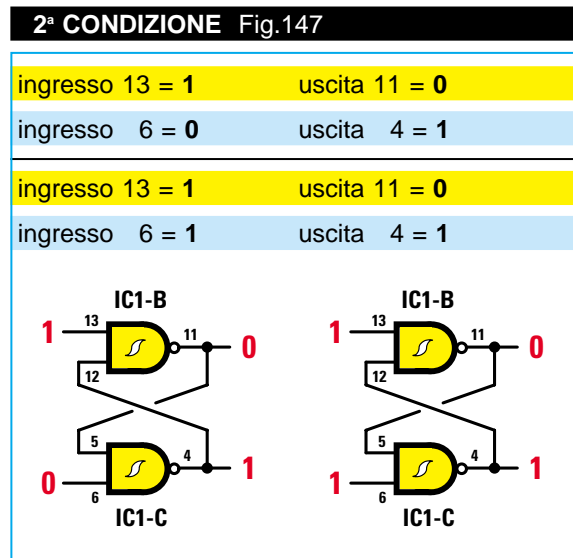
Nota: tutte le resistenze utilizzate in questo circuito sono da 1/4 di watt.

Nel nostro schema elettrico (vedi fig.145) il flip/flop è siglato **IC1/B-IC1/C**.
I piedini **13-6** sono gli **ingressi**, mentre quelli numerati **11-4** sono le **uscite**.
Tenendo conto dei livelli logici in ingresso, sulle uscite del flip/flop possiamo ottenere un determinato livello logico, come qui sotto richiamato:

1ª CONDIZIONE Fig.146

ingresso	uscita
ingresso 13 = **0**	uscita 11 = **1**
ingresso 6 = **1**	uscita 4 = **0**
ingresso 13 = **1**	uscita 11 = **1**
ingresso 6 = **1**	uscita 4 = **0**

Nella **1ª condizione**, cioè quando il piedino d'ingresso **13** è a livello logico **0** ed il piedino **6** a livello logico **1** (vedi disegno a sinistra), sull'uscita **11** ritroviamo un livello logico **1** e sull'uscita **4** un livello logico **0**.
Se il piedino d'ingresso **13** passa dal livello logico **0** al livello logico **1** (vedi disegno a destra), il livello logico sulle due uscite **non** cambia, quindi ritroveremo nuovamente i livelli logici **1-0**.

2ª CONDIZIONE Fig.147

ingresso	uscita
ingresso 13 = **1**	uscita 11 = **0**
ingresso 6 = **0**	uscita 4 = **1**
ingresso 13 = **1**	uscita 11 = **0**
ingresso 6 = **1**	uscita 4 = **1**

Passando alla **2ª condizione** possiamo notare che quando il piedino d'ingresso **13** è a livello logico **1** ed il livello logico sul piedino **6** passa dal livello logico **1** al livello logico **0** (vedi disegno a sinistra), rispetto alla condizione precedente, cambia il livello logico sulle due uscite, quindi sul piedino **11** ritroviamo un livello logico **0** e sul piedino **4** un livello logico **1**.
Se il piedino d'ingresso **6** passa dal livello logico **0** al livello logico **1** (vedi disegno a destra), il livello logico sulle due uscite **non** cambia, quindi ritroveremo nuovamente i livelli logici **0-1**.
Per riportare le due uscite sui livelli logici **1-0** è necessario che il piedino d'ingresso **13**, che ora si trova a livello logico **1**, si porti a livello logico **0**, come visibile nel disegno a sinistra di fig.146.

Stabilito come cambiano i livelli logici sulle uscite del **flip/flop S-R**, possiamo proseguire con la descrizione del circuito, perché ora siete in grado di capire più facilmente come si possa misurare la capacità di un condensatore.

Infatti, ogni volta che viene collegato un condensatore sulle boccole **CX**, il flip/flop si trova nella condizione visibile a sinistra in fig.146, cioè sul piedino d'uscita **11** abbiamo un livello logico **1** e sul piedino d'uscita **4** un livello logico **0**.

Poiché sul piedino d'uscita **11** è collegata la **B**ase del transistor **TR1**, questo ricevendo un livello logico **1**, vale a dire una tensione **positiva**, si porta in conduzione cortocircuitando a **massa** tramite il suo **C**ollettore l'ingresso **CX**.

Come potete vedere dallo schema elettrico, il secondo piedino d'ingresso **6** del flip/flop è collegato, tramite il condensatore **C9**, sullo stadio oscillatore composto dagli Or esclusivi **IC2/B-IC2/C**.

Questo stadio provvede ad inviare sul piedino **6** una sequenza di impulsi a livello logico **0** che permettono al flip/flop **IC1/B-IC1/C** di cambiare i livelli logici sulle due uscite **11-4**, come abbiamo riportato nelle figg.146-147.

Come abbiamo detto, non appena si collega un condensatore alle boccole, sul piedino d'uscita **11** del flip/flop abbiamo un livello logico **1** e sul piedino d'uscita **4** un livello logico **0** (vedi fig.146 a sinistra).

Ogni volta che l'oscillatore **IC2/B-IC2/C** invia sul piedino **6** del flip/flop un impulso a livello logico **0**, sul piedino d'uscita **11** si ha un livello logico **0** e sul piedino d'uscita **4** un livello logico **1**, cioè si presenta la situazione visibile in fig.147 a sinistra.

Nell'istante in cui il piedino d'uscita **11** si porta a li-

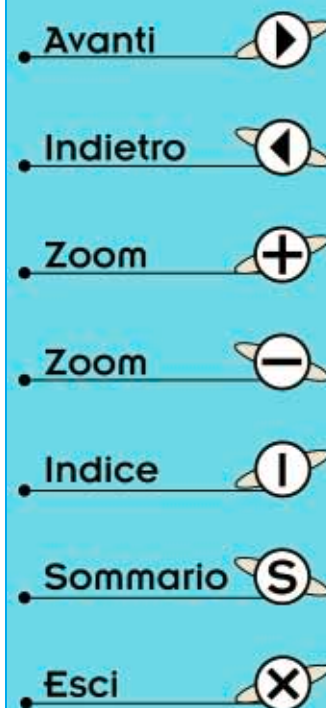
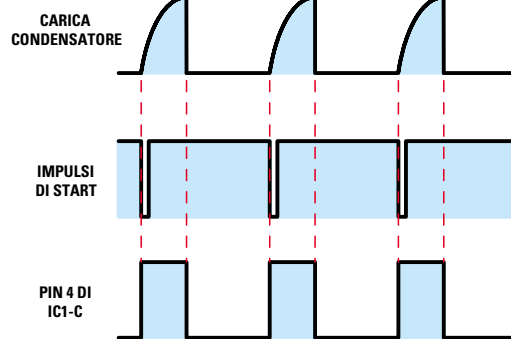



Fig.148 Se il condensatore applicato sulle boccole CX ha una bassa capacità, sul piedino 4 del flip/flop otterrete un'onda quadra che rimane a livello logico 1 per un tempo minore del livello logico 0.

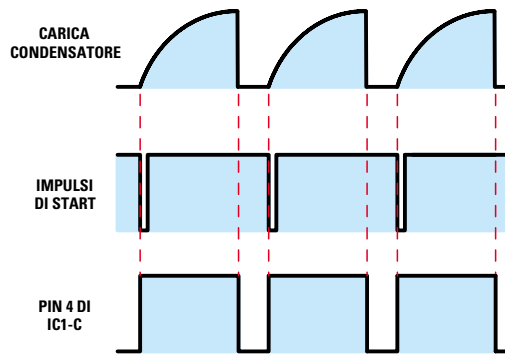



Fig.149 Se il condensatore applicato sulle boccole CX ha una elevata capacità, sul piedino 4 del flip/flop otterrete un'onda quadra che rimane a livello logico 1 per un tempo maggiore del livello logico 0.

vello logico **0**, automaticamente il transistor **TR1** elimina il **cortocircuito** sull'ingresso **CX**.
In queste condizioni il condensatore collegato su questi terminali inizia a caricarsi con la tensione **positiva** fornita dal commutatore rotativo **S1/A**.

Quando la tensione ai capi del condensatore raggiunge il suo valore massimo, sull'ingresso del Nand **IC1/A** ritroviamo un livello logico **1** e poiché questo Nand è collegato come **inverter**, sulla sua uscita avremo un livello logico **0**, che raggiungendo il piedino **13** del flip/flop, farà nuovamente cambiare i livelli logici sulle uscite come rappresentato nel disegno a sinistra in fig.147.

Ritornando un livello logico **1** sul piedino d'uscita **11** del flip/flop, il transistor **TR1** si porta nuovamente in conduzione **cortocircuitando** le due boccole **CX** e così il condensatore che deve essere misurato si **scarica** rapidamente.

Quando sul piedino d'ingresso **6** di **IC1/C** giunge dallo stadio oscillatore **IC2/B-IC2/C** un successivo impulso a livello logico **0**, le uscite del flip/flop cambiano di stato da **1-0** a **0-1** ed in queste condizioni il condensatore potrà nuovamente **caricarsi** per poi **scaricarsi** quando le uscite del flip/flop passeranno da **0-1** a **1-0**.

In sostanza l'impulso a livello logico **0** che giunge sul piedino **6** del flip/flop è l'impulso di **start** che provvede a far **caricare** il condensatore applicato sulle boccole **CX**.
Quando ai capi del condensatore viene raggiunto il **livello logico 1** di **soglia** richiesto, sull'uscita dell'**inverter** ritroviamo un livello logico **0** che entrando sul piedino **13** del flip/flop fa cambiare i livelli logici sulle uscite **11-4** (vedi fig.146 di sinistra) ottenendo così la funzione di **stop**.

Se il valore della capacità applicata sulle boccole **CX** è di **pochi picofarad**, il condensatore si carica molto **velocemente** e quindi sul piedino d'uscita **4** del flip/flop ritroviamo un'onda quadra che rimane a livello logico **1** per un tempo **minore** rispetto al livello logico **0** (vedi fig.148).

Se il valore della capacità **X** è di **molti picofarad**, il condensatore si carica più **lentamente** e quindi sul piedino d'uscita **4** del flip/flop ritroviamo un'onda quadra che rimane a livello logico **1** per un tempo **maggiore** del livello logico **0** (vedi fig.149).

Tramite la resistenza **R16**, le onde quadre vengono applicate al condensatore elettrolitico **C11** per ottenere un valore di **tensione** proporzionale alla **larghezza** degli impulsi che potremo leggere con qualsiasi **tester**.
In pratica se con un condensatore da **100 pF** si ottiene un valore di tensione in grado di far deviare la lancetta del **tester** a **fondo** scala, inserendo un condensatore da **50 pF** si otterrà un valore di tensione che farà deviare la lancetta dello strumento solo a **metà** scala.

Questa soluzione si potrebbe adottare per determinare il valore dei condensatori ad **elevata** capacità, ma per i condensatori di **bassa** capacità non va bene, perchè vi sono delle **capacità parassite**, quelle del circuito stampato e di tutti i collegamen-

ti, che possono aggirarsi sui **40-50 pF**, pertanto se non provvediamo ad eliminarle otterremo delle letture **errate**.

Misurando un condensatore da **22 pF**, potremmo leggere sul tester **62-72 pF** e misurando un condensatore da **100 pF** potremmo leggere **140-150 pF** ed un capacimetro che non indichi l'**esatto** valore della capacità collegata sui morsetti **CX**, non può essere considerato un valido strumento di misura.

Per ovviare a questo inconveniente abbiamo inserito nel circuito un oscillatore **monostabile**, composto dal Nand **IC1/D** e dall'Or esclusivo **IC2/D**, pilotato in sincronismo con l'oscillatore **IC2/B-IC2/C**, che ci permetterà di **sottrarre** qualsiasi **capacità parassita** ruotando il solo potenziometro **R14**.

Come potete vedere nello schema elettrico, il piedino d'uscita **4** del flip/flop **IC1/C** risulta collegato sul piedino **8** dell'Or esclusivo d'uscita siglato **IC2/A** e l'opposto piedino **9** risulta collegato sul piedino **10** dell'oscillatore **monostabile**.

Agendo sul potenziometro **R14** noi possiamo allargare o restringere l'impulso d'uscita fornito da questo **oscillatore monostabile**.

L'Or esclusivo **IC2/A** ci permette di **sottrarre** qualsiasi valore di **capacità parassita** in modo da portare la lancetta del **tester** sullo **0** della sua scala graduata (vedi fig.152).

Consideriamo la **tavola** della **verità** di un **Or esclusivo** con le sue quattro combinazioni.

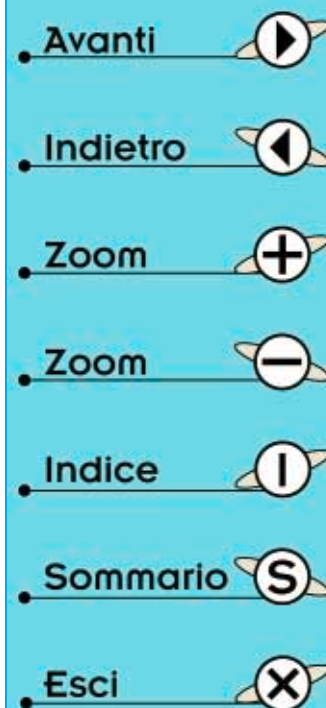
ingresso pied. 8	ingresso pied. 9	uscita pied. 10
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Come potete facilmente notare, sul piedino d'uscita **10** ritroviamo sempre un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva** quando sul piedino d'ingresso **9** è presente un livello logico **diverso** da quello che appare sul piedino d'ingresso **8**.
Solo quando su entrambi i due ingressi è presente un livello logico **1-1** oppure **0-0**, sull'uscita ritroviamo un livello logico **0** vale a dire **zero** volt.

Questo Or esclusivo impedirà di far deviare la lancetta del tester sotto il valore di **0 volt** quando si ruota il potenziometro **R14** per sottrarre la **capacità parassita**.
Quanto appena detto potrebbe non aver chiarito a tutti come funziona l'Or esclusivo **IC2/A**, quindi ci aiuteremo anche con un disegno.

In fig.150 abbiamo riportato le forme d'onda degli impulsi generati da una **capacità parassita** che entrano sul piedino **8** di **IC2/A** e quelli che applichiamo sul piedino **9** per poterla **annullare**.
Poiché l'impulso sul piedino **8** risulta più **largo** rispetto a quello presente sul piedino **9**, quando quest'ultimo si porta a livello logico **0** sul piedino **8** risulta ancora un livello logico **1**.
Dalla **tavola della verità** abbiamo appreso che quando sugli ingressi abbiamo **1-0**, in uscita ritroviamo un livello logico **1** e questo livello fa deviare la lancetta dello strumento su un valore di tensione proporzionale al tempo in cui il piedino **8** rimane a livello logico **1**.

Ora guardate la fig.151 dove gli impulsi generati dalla **capacità parassita** risultano più **stretti** rispetto a quelli che entrano sul piedino **9**.
Quando l'impulso sul piedino **8** si porta a livello logico **0** e sull'opposto piedino **9** risulta ancora presente un livello logico **1**, cioè sugli ingressi abbiamo i valori **0-1**, dalla **tavola della verità** sappiamo che in uscita abbiamo sempre un livello logico **1**, che fa deviare la lancetta dello strumento su un valore di tensione che questa volta risulta proporzionale al tempo in cui il piedino **9** rimane a livello logico **1**.

Se ruotiamo il potenziometro **R14** in modo da ottenere sul piedino **9** un impulso **largo** esattamente tanto quello presente sul piedino **8** (vedi fig.152), quando entrambi si trovano a livello logico **1** in uscita abbiamo un livello logico **0** e quando entrambi si portano a livello logico **0** nuovamente sull'uscita ritroviamo un livello logico **0**, cioè nessuna tensione, pertanto la lancetta del **tester** si posizionerà esattamente sullo **0** della scala graduata.
Avendo totalmente **annullato** la tensione fornita dalle **capacità parassite**, la tensione che in seguito otterremo sarà **solo** quella fornita dal condensatore applicato sui terminali d'ingresso **CX**.

SCHEMA ELETTRICO

Svelati tutti i segreti, di questo schema elettrico rimane ben poco da dire.
Il commutatore **S1/A** con le sue **6** posizioni provvede a collegare sul terminale **CX** la tensione positiva di **5 volt** fornita dall'integrato **IC3** utilizzando cinque diversi valori di resistenze di **precisione**.

Poiché volevamo che la **massima capacità** applicata su ognuna delle prime **5** portate riuscisse a

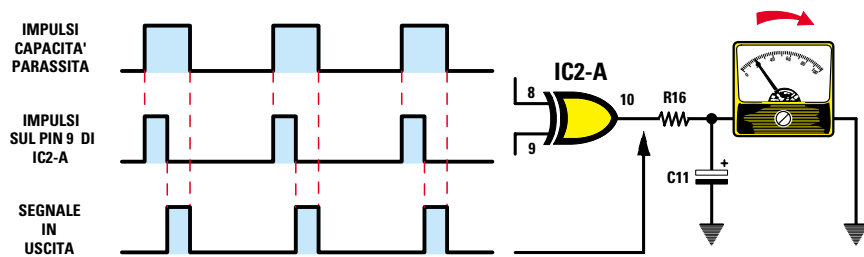



Fig.150 Se gli impulsi di compensazione applicati sul piedino 9 risultano più "stretti" di quelli della capacità parassita, la lancetta dello strumento indicherà sempre un valore di tensione positiva pari alla differenza tra le due larghezze degli impulsi.
Per poter ottenere degli impulsi larghi esattamente quanto quelli generati dalle capacità parassite, si dovrà ruotare il potenziometro R14 fino a far deviare la lancetta del Tester esattamente sull'inizio della scala graduata.

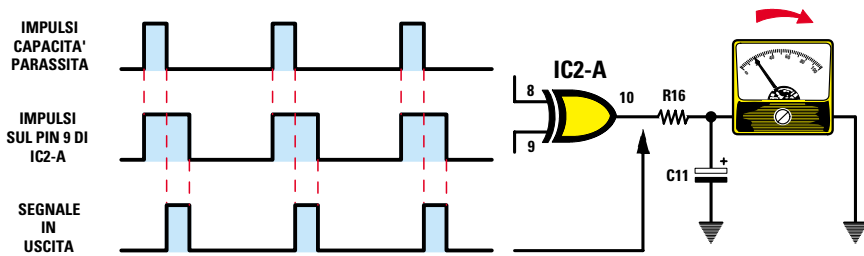



Fig.151 L'Or esclusivo IC2/A utilizzato per caricare il condensatore d'uscita C11 permette di annullare le capacità parassite del circuito, applicando sul piedino 9 degli impulsi che risultino "larghi" quanto quelli generati dalle capacità parassite che entrano nel piedino 8. Se gli impulsi di compensazione applicati sul piedino 9 risultano più larghi di quelli della capacità parassita, la lancetta del Tester indicherà un valore di tensione positiva pari alla differenza tra la le due larghezze.

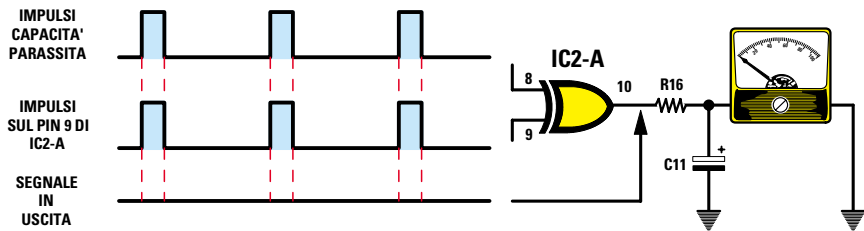



Fig.152 Quando gli impulsi che entrano nei piedini 8-9 dell'Or esclusivo IC2/A risultano di identica larghezza, si annulleranno automaticamente tutte le capacità parassite e in questa condizione la lancetta del Tester si posizionerà sullo 0. Con la lancetta posta sullo 0, qualsiasi tensione otterrete sull'uscita dell'Or esclusivo IC2/A sarà quella fornita dal condensatore posto su CX e in questo modo potrete rilevare, con una elevata precisione, anche pochi picofarad.

caricarsi in un tempo pari a **100 microsendi**, abbiamo calcolato il valore delle resistenze in **kiloohm** utilizzando questa semplice formula:

kiloohm = (microsecondi : picofarad) x 1.000

Quindi per far deviare la lancetta del **tester** sul fondo scala con **100 pF - 1.000 pF - 10.000 pF - 100.000 pF** e **1 - 10 microfarad** abbiamo dovuto utilizzare questi valori di resistenze:

100 pF	=	**R1** da **1.000 kiloohm** o **1 mega**
1.000 pF	=	**R2** da **100 kiloohm**
10.000 pF	=	**R3** da **10 kiloohm**
100.000 pF	=	**R4** da **1 kiloohm**
1 microF	=	**R5** da **0,1 kiloohm** o **100 ohm**

Solo per l'ultima portata, quella dei **10 microfarad**, anziché usare una resistenza di precisione da **10 ohm** si è preferito utilizzare la **R5** da **100 ohm**, allungando il **tempo** dello stadio oscillatore **IC2/B-IC2/C** tramite la resistenza **R12** e il trimmer **R11**.
Per alimentare i quattro **Nand** contenuti all'interno del corpo dell'integrato **4093** e i quattro **Or** esclusivi contenuti all'interno del corpo dell'integrato **4070** abbiamo utilizzato una pila da **9 volt**.
Per evitare che la pila scaricandosi influenzi la **precisione** della lettura, questa tensione viene stabilizzata sul valore di **5 volt** dall'integrato **IC3**, un piccolo **78L05**.

Da ultimo sappiate che i due diodi al silicio **DS1-DS2** applicati sull'ingresso servono per proteggere l'inverter **IC1/A** nell'eventualità si applichi sui terminali **CX** un condensatore **carico**.
Per non danneggiare questo **inverter** sarebbe comunque consigliabile, prima di inserire un condensatore di **elevata** capacità sull'ingresso **CX**, **scaricarlo** cortocircuitando i suoi due terminali con la lama di un cacciavite.

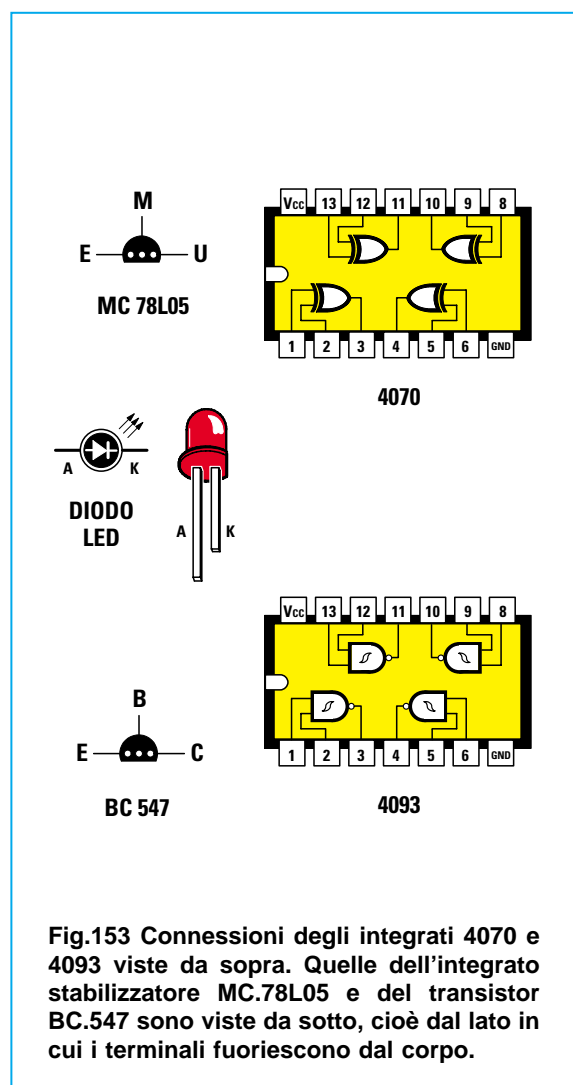



Fig.153 Connessioni degli integrati 4070 e 4093 viste da sopra. Quelle dell'integrato stabilizzatore MC.78L05 e del transistor BC.547 sono viste da sotto, cioè dal lato in cui i terminali fuoriescono dal corpo.

Fig.154 Foto dello stampato LX.5033 con sopra montati tutti i componenti. I trimmer posti al centro dello stampato servono per tarare il capacimetro con i due condensatori campione inseriti nel kit.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.155 Schema pratico di montaggio del capacimetro. I terminali del commutatore rotativo S1 e quelli del deviatore S2 vanno inseriti nei fori presenti nello stampato come visibile in fig.156.

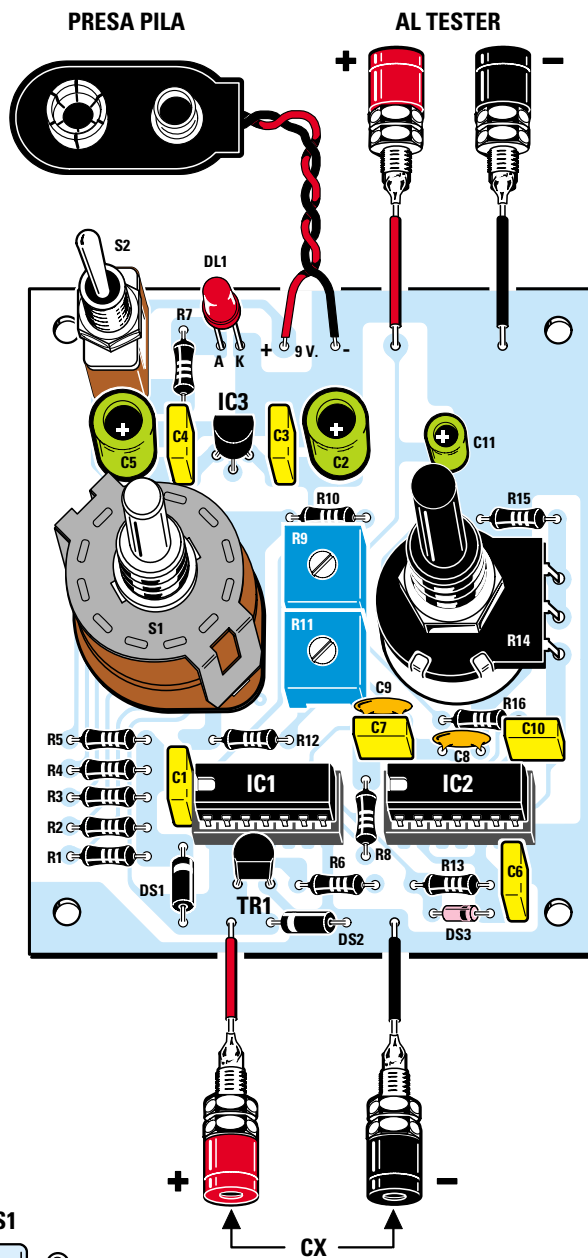
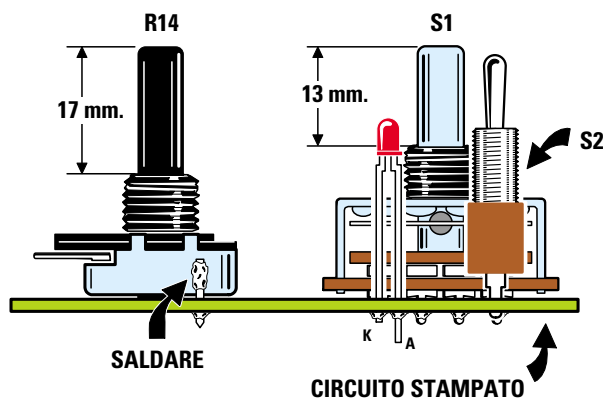



Fig.156 Per tenere bloccato il corpo del potenziometro R14 sul circuito stampato, saldate su di esso un terminale a spillo dopo averlo inserito nell'apposito foro (vedi disegno di sinistra).

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel kit che abbiamo preparato per questo progetto troverete tutti i componenti necessari alla sua realizzazione, comprese le resistenze di precisione, il mobile plastico, più i due condensatori che vi serviranno per la **taratura**.

Vi consigliamo di iniziare il montaggio del circuito inserendo nello stampato i due **zoccoli** per gli integrati, quindi proseguite con tutte le **resistenze**.

Importante: prima di inserire la resistenza **R16** controllate se il **tester analogico** che collegherete sull'uscita di questo capacimetro ha una portata di **100** o di **300 microamper CC**.
Se ha la portata dei **100 microamper** dovrete inserire per **R16** il valore di **22.000 ohm**.
Se ha la sola portata dei **300 microamper** dovrete inserire per **R16** il valore di **5.600 ohm**.

Nel kit troverete entrambe queste resistenze, quindi al termine del montaggio vi rimarrà una resistenza da **5.600 ohm** o da **22.000 ohm**.

Se collegate al circuito un **tester digitale** dovrete inserire la resistenza da **22.000 ohm** ed utilizzare la portata dei **200 microamper CC** fondo scala.

Se vi trovate in difficoltà a decifrare il codice colori delle resistenze di **precisione**, specifichiamo di seguito i colori riportati sui loro corpi.

R1 da **1 Mega** = **marrone-nero-nero-giallo-verde**
R2 da **100 K** = **marrone-nero-nero-arancio-marrone**
R3 da **10 K** = **marrone-nero-arancio-marrone**
R4 da **1 K** = **marrone-nero-nero-marrone-marrone**
R5 da **100 ohm** = **marrone-nero-nero-nero-marrone**

Purtroppo non sempre i colori risultano ben definiti sui loro corpi, per cui il **giallo** può facilmente essere confuso con l'**arancio** o il **rosso** con il marrone. Se doveste avere anche solo un dubbio, vi consigliamo di controllarle con un tester.

Dopo le resistenze potete montare sul circuito tutti i **diodi** al silicio rivolgendo la **fascia** che contorna un solo lato del corpo come riportato in fig.155.
Il diodo **DS1** con corpo in plastica ha la **fascia bianca** rivolta verso il condensatore **C1**.
il diodo **DS2** con corpo in plastica ha la **fascia bianca** rivolta verso il diodo **DS1**.
Il diodo **DS3** con corpo in vetro ha la **fascia nera** rivolta verso il condensatore **C6**.

Ora potete dedicarvi al montaggio di tutti i **condensatori** e per i soli **elettrolitici** dovrete rispettare la polarità **+/–** dei due terminali.

Proseguendo inserite i trimmer **R9-R11**, che non avrete difficoltà a distinguere perché sul corpo di **R9** c'è la sigla **502** e sul corpo di **R11** la sigla **503**.

A questo punto montate l'integrato **IC3**, siglato **78L05**, tra i due condensatori **C4-C3** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il diodo **DL1**, poi inserite anche il transistor **TR1** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso le boccole d'uscita **CX**.

Sulla sinistra del circuito stampato inserite i terminali del commutatore rotativo **S2** e sulla destra il potenziometro **R14**.
Poiché il corpo del potenziometro deve risultare ben fermo sul circuito stampato, per evitare che ruotando la sua manopola se ne distacchi vi con-

Fig.157 Il circuito stampato andrà fissato all'interno del mobile plastico con 4 viti autofilettanti. Nel vano posto in alto inserirete la pila di alimentazione da 9 volt.

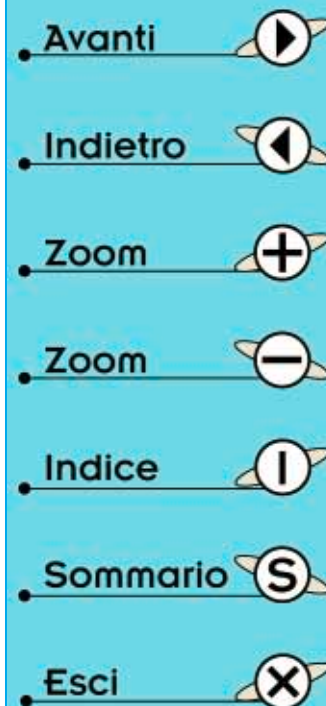
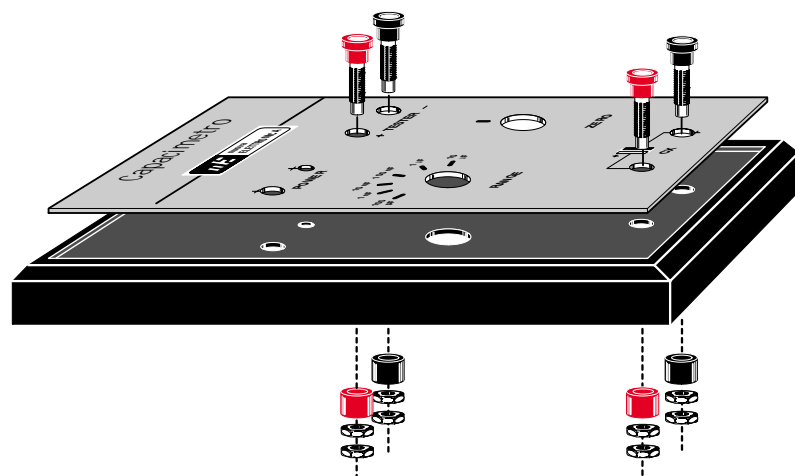



Fig.158 Prima di fissare le boccole sul pannello di alluminio dovete sfilare dal loro corpo la rondella in plastica, reinserendola poi dalla parte interna del mobile.

sigliamo di inserire nel circuito stampato un piccolo **terminale** capifilo che stagnerete sul corpo metallico del potenziometro come visibile in fig.156.
Ovviamente prima di inserire il commutatore ed il potenziometro dovrete accorciare i loro perni.

In alto a sinistra saldate i terminali dell'interruttore **S2** tenendo il suo corpo leggermente distanziato dal circuito stampato in modo che la levetta possa uscire dal coperchio superiore del mobile.
Alla destra del deviatore inserite il diodo led rivolgendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** (vedi fig.155).
Per completare il montaggio non vi rimane che introdurre la **presa** pila nel vano portapila e saldare i suoi due fili nel circuito stampato.
Ora potete innestare nei due zoccoli gli integrati **IC1-IC2** rivolgendo la loro tacca di riferimento a forma di **U** verso sinistra.

Infine saldate dei corti spezzoni di filo sui terminali che collegano al circuito le boccole **tester** e quelle siglate **CX**. Quando fisserete queste boccole sul coperchio del mobile dovrete sfilare dal loro corpo la **rondella** di **plastica** che andrà nuovamente inserita sulla parte interna del coperchio (vedi fig.158).

Il montaggio è ora concluso, ma prima di chiudere il mobile dovete tarare i due trimmer **R9-R11** come ora vi spiegheremo.

TARATURA del CAPACIMETRO

Per la taratura di questo strumento dovete collegare i puntali di un tester alle boccole d'uscita del capacimetro rispettando la polarità, quindi il terminale **positivo** va collegato alla **boccola +**.
Se il **tester** è **analogico**, cioè a lancetta, commutatelo sulla portata dei **100 microamper CC** oppure sulla portata dei **300 microamper** solo se avete inserito per la **R16** una resistenza da **5.600 ohm**, diversamente la lancetta dello strumento devierà fino ad un massimo di **1/3** della scala.
Se avete un tester **digitale** commutatelo sulla portata dei **200 microamper CC** e mantenete per **R16** il valore di **22.000 ohm**.

Per la lettura delle capacità dovrete utilizzare la scala graduata da **0** a **100**.
Per la portata dei **100 pF** fondo scala leggerete direttamente il valore in **picofarad**.
Per la portata **1.000 pF** dovrete aggiungere uno **0** al valore misurato sulla scala graduata.
Per la portata dei **10.000 pF** dovrete aggiungere due **00** al valore misurato sulla scala.
Per la portata **100.000 pF** dovrete aggiungere tre **000** per leggere la capacità espressa in **picofarad**; non aggiungendo nessuno zero il valore misurato sarà espresso in **nanofarad**.
Per la portata **1 microfarad** fondo scala dovrete **sottrarre** due **00**.
Per la portata **10 microfarad** fondo scala dovrete **sottrarre** un solo **0**.

Chiarito ciò, ruotando il commutatore **S2** sulla portata **100 pF** noterete subito che la lancetta vi indicherà un valore in corrente anche se non avete ancora applicato nessun condensatore alle boccole **CX** d'ingresso. Questo valore di corrente non è altro che quella **capacità parassita** che dovete **annullare** ruotando il potenziometro **R14** fino a portare la lancetta dello strumento esattamente sullo **0** (vedi fig.152).

Ottenuta questa condizione, collegate sull'ingresso **CX** il condensatore campione da **82 pF**, incluso nel kit e contraddistinto da un'etichetta che indica la sua **esatta** capacità, che, a causa della sua **tolleranza**, potrebbe risultare di **80-86-87 pF**.

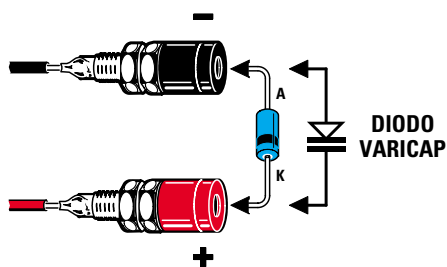



Fig.159 Questo capacimetro vi permetterà anche di conoscere la capacità massima di un Diodo Varicap se inserirete il terminale K (lato del corpo con la fascia di riferimento) nella boccola indicata +.

Senza tenere stretto il suo corpo con le mani per non surriscaldarlo, ruotate il trimmer **R9** fino a portare la lancetta del tester sul valore che trovate indicato nell'etichetta.
Se sull'etichetta è riportato **80 pF** portate la lancetta sul numero **80**, se risulta da **86 pF** portate la lancetta sul numero **86**.

Ora prendete il condensatore poliestere da **1 microfarad** inserito nel kit per la taratura.
Applicatelo sull'ingresso **CX** e ruotate il commutatore **S2** sulla portata **10 microfarad** fondo scala, quindi tarate il trimmer **R11** fino a far deviare la lancetta del tester sul numero **10** che corrisponde a **1 microfarad** su una scala graduata da **0** a **100**.

Se avete un **tester digitale** la taratura risulterà facilitata perché il suo esatto valore apparirà direttamente in numeri sui **display**.

PER CONCLUDERE

Questo semplice capacimetro oltre a permettervi di individuare subito il valore di **capacità** di qualsiasi condensatore fino ad un massimo di **10 microfarad** vi permetterà di conoscere anche la capacità **massima** di un **diodo varicap**.
Per misurare questi diodi dovrete collegare il terminale **K** sulla boccola **+** dell'ingresso **CX**, come riportato in fig.159. Inserendo infatti, questo diodo in senso **inverso** la lancetta dello strumento andrà a fondo scala.

Con questo strumento potrete valutare persino il valore di **tolleranza** di ogni condensatore e stabilire come **varia** la capacità al variare della **temperatura**.

Prendete ad esempio un condensatore **ceramico** e collegatelo sull'ingresso **CX**, poi avvicinate al suo corpo la punta del saldatore e vedrete immediatamente che all'aumentare della **temperatura** varia il valore della sua capacità.
Quindi per non rischiare di scaldare il condensatore da misurare, alterando così la sua reale capacità, è preferibile non tenerlo con le mani, ma servirsi di due **banane** complete di **coccodrilli** che inserirete sulle boccole d'uscita per poter afferrare i terminali del condensatore.
Se ad esempio collegate un condensatore ceramico da **220 pF**, che a causa della sua **tolleranza** potrebbe essere indicato da **226 pF**, noterete che riscaldando il suo corpo la sua capacità **aumenta** fino ad arrivare anche a **300 pF**, mentre raffreddandosi ritornerà alla capacità iniziale.

A titolo informativo sappiate inoltre che esistono dei condensatori con **coefficiente negativo**, vale a dire che la loro capacità si **riduce** all'aumentare della temperatura, e altri che risultano totalmente insensibili alle variazione di temperatura.

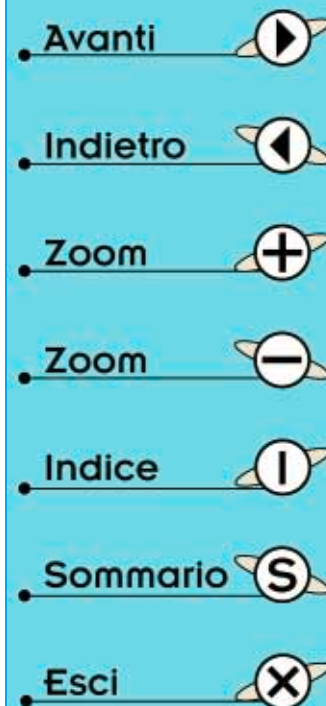
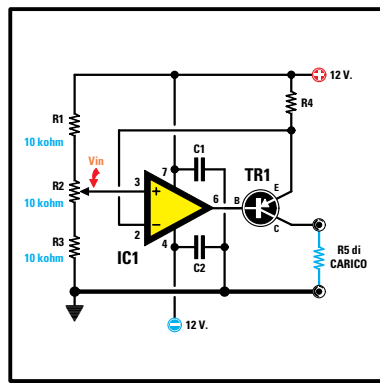
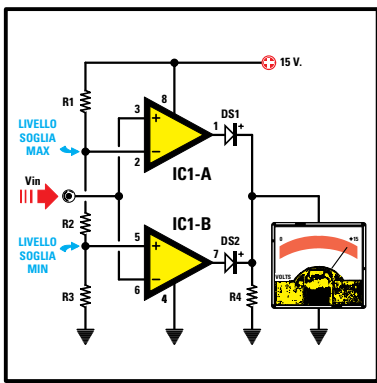
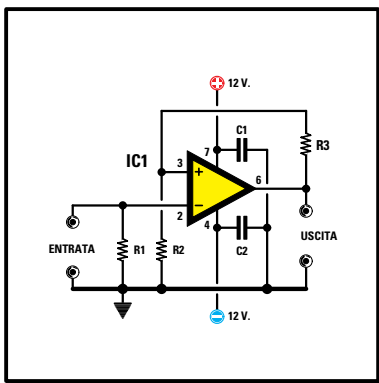
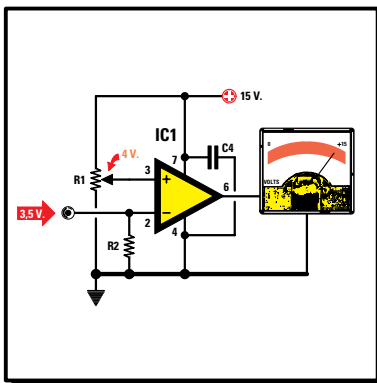
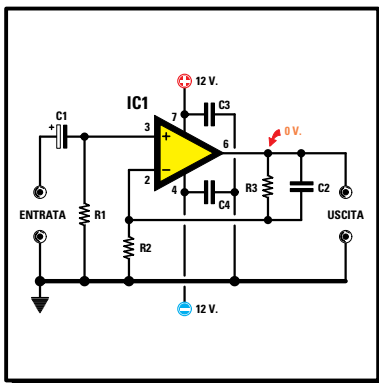
Ribadiamo nuovamente che prima di collegare un condensatore di elevata capacità, come ad esempio gli **elettrolitici**, sulle due boccole d'ingresso **CX**, è buona norma cortocircuitare **sempre** i suoi terminali, perché se ancora **carichi** si potrebbe danneggiare la porta **IC1/A**.
Il terminale **positivo** dei condensatori elettrolitici andrà sempre rivolto sulla boccola rossa **+**.

Per terminare vi informiamo che in sostituzione del **tester** potreste anche utilizzare uno strumento da **100 microamper** fondo scala.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il capacimetro **LX.5033** (vedi figg.155-157) completo di mobile con pannello forato e serigrafato, due manopole, quattro banane e due coccodrilli per pinzare i terminali del condensatore
Lire 59.000 Euro 30,47

Costo del solo circuito stampato **LX.5033**
Lire 6.200 Euro 3,20

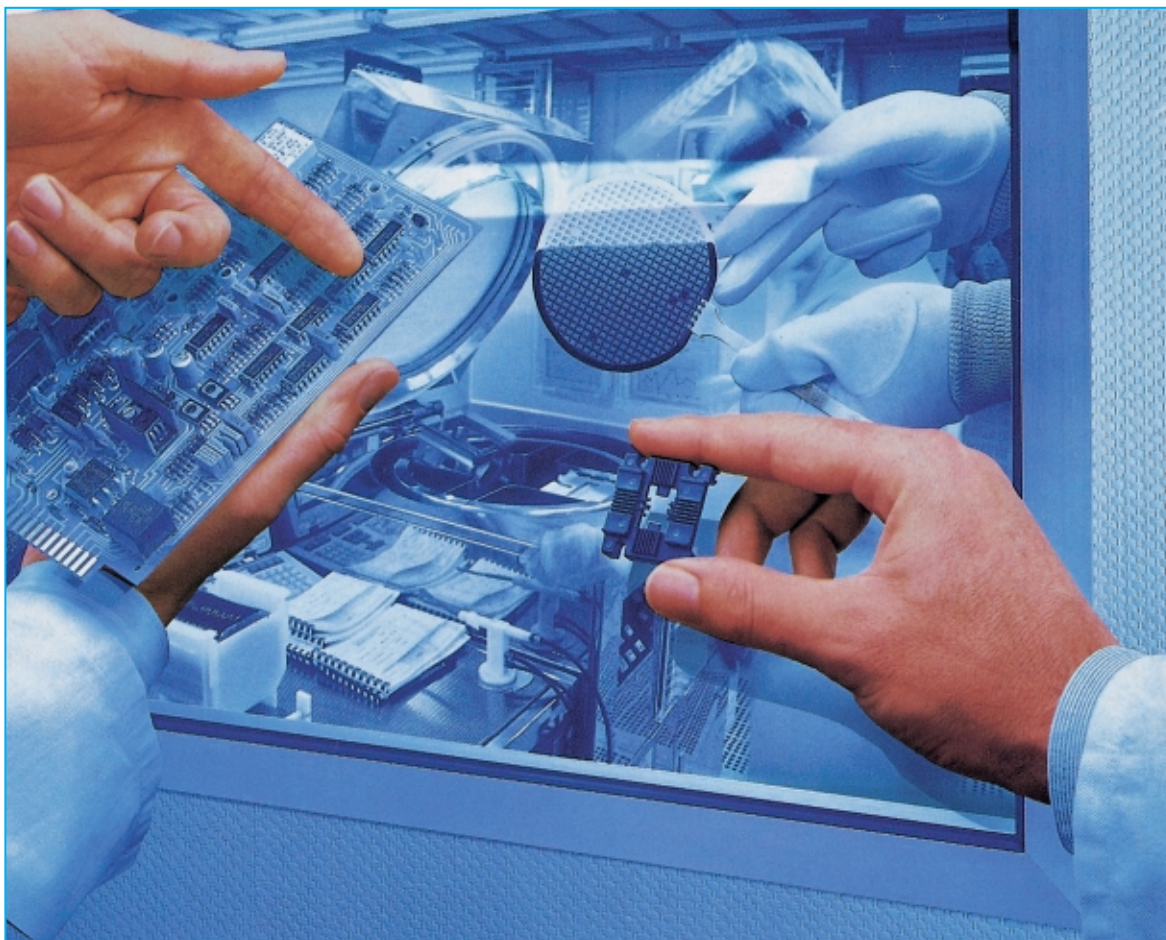
Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Dopo aver appreso dalla **Lezione N.20** come funziona un amplificatore **operazionale** e a cosa servono i piedini d'ingresso contrassegnati dai simboli **+/–**, in questa lezione vi proponiamo una serie completa di schemi elettrici che potranno servirvi per realizzare semplici progetti, ma soprattutto per capire come funzionano tutti quei circuiti che utilizzano gli amplificatori operazionali.

Se vi serve lo schema di un **preamplificatore** che utilizza l'ingresso **non invertente** oppure l'ingresso **invertente** lo trovate qui, assieme alla formula per calcolare il suo **guadagno** e alle modifiche che bisogna apportare al circuito per poterlo alimentare con una tensione **singola**.

Abbiamo poi inserito schemi elettrici di **mixer**, **trigger** di **Schmitt**, **generatori** di **corrente costante**, **oscillatori** a **dente** di **sega** o **sinusoidali**, compresi i **raddrizzatori ideali** per segnali di **BF**.

Molti **neolaureati** ci hanno fatto osservare che le formule che riportiamo nelle Lezioni non corrispondono a quelle che si trovano nei **loro** testi. Noi replichiamo che sono **identiche**, solo che le abbiamo **semplificate** per agevolare chi a scuola non ha mai digerito la matematica.

Noi ci rivolgiamo ai principianti e per spronare la loro curiosità verso questa materia così complessa ci servono esempi elementari e formule che si possano eseguire con comuni calcolatrici.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

LE nostre FORMULE sono ESATTE

Prima di passare agli schemi elettrici progettati con gli operazionali, apriamo una parentesi sulle **formule** che siamo soliti utilizzare per chiarire che non sono sbagliate come molti affermano.

Prendiamo ad esempio le **resistenze**. Nei libri di testo si trovano solitamente le equivalenze:

ohm = kiloohm : 1.000
kiloohm = ohm x 1.000

per indicare che:

ohm è la **millesima** parte del **kiloohm**
kiloohm è **mille** volte più grande dell'**ohm**

Noi che abbiamo acquisito una certa dimestichezza con gli errori più comuni commessi dai principianti, sappiamo che questo modo di scrivere genera a volte fraintendimenti, perché si è portati a utilizzare l'equivalenza come se fosse una **formula** e si fa l'operazione sul **valore numerico** invece che sull'unità di misura o sui suoi multipli, per cui:

1 kiloohm : 1.000 = 0,001 ohm
1 ohm x 1.000 = 1.000 kiloohm

errore

Per evitare questo tipo di errori, noi abbiamo pensato di riportare direttamente le formule:

valore ohm : 1.000 = valore kiloohm
valore kiloohm x 1.000 = valore ohm

Con questo sistema possiamo subito **convertire** il **valore numerico conosciuto** di una resistenza definendolo poi tramite l'**unità** di misura o i suoi multipli e sottomultipli.

Portiamo un esempio: il principiante che desidera sapere a quanti **ohm** corrispondono **1,2 kiloohm** con le nostre formula dovrà solo fare:

1,2 x 1.000 = 1.200 ohm

Se ad esempio volesse sapere a quanti **kiloohm** corrispondono **47.000 ohm** dovrebbe eseguire so-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

lo questa semplice operazione:

47.000 : 1.000 = 47 kiloohm

Invece ci è capitato molto spesso di vedere i principianti cadere nell'errore di considerare le **equivalenze** riportate sui libri di **testo** come formule da applicare ai numeri arrivando alla contraddizione di questi risultati:

1,2 kiloohm : 1.000 = 0,0012 ohm
47.000 ohm x 1.000 = 47.000.000 kiloohm

Va da sé che quanto detto a proposito dei valori di resistenza vale anche per i valori di **capacità**, di **frequenza** e di tutte le altre unità di misura.

Sempre da parte dei **neoingegneri** viene un'altra lamentela al nostro modo di "rimaneggiare" e "rivedere" le formule.
Dopo aver tanto studiato, vorrebbero che noi pubblicassimo le formule esattamente come riportate in tutti i libri di testo, senza pensare che in questo modo metteremmo in difficoltà i principianti con incomprensibili formule matematiche.
Ci spieghiamo subito portando come esempio la formula (una delle meno complicate) per calcolare il valore di una **frequenza** conoscendo la **R** e la **C**.

$$F = \frac{1}{2\pi RC}$$

F è il valore della frequenza in **Hertz**
R è il valore della resistenza espressa in **ohm**
C il valore della capacità espressa in **Farad**
π è il numero fisso **3,14**

Sebbene questa formula possa sembrare molto semplice, provate a chiedere ad un principiante che **frequenza** in **Hertz** si ottiene con una resistenza da **10.000 ohm** ed un condensatore da **15.000 picofarad**.
Constaterete anche voi, come abbiamo sperimentato noi, che un principiante si troverà in difficoltà già nella **conversione** da **picofarad** a **farad** ed ammesso che non sbagli, dovrà fare i conti con questi numeri:

$$\frac{1}{2 \times 3{,}14 \times 10.000 \times 0{,}000.000.015} = 1.061 \text{ Hz}$$

Se dovesse sbagliarsi anche di un solo **0**, si ritroverebbe con una frequenza di valore errato.

Per evitare questo eventuale errore e soprattutto la fatica di un calcolo complicato, abbiamo semplificato questa formula in:

Hertz = 159.000 : (R kiloohm x C nanoF)

Dopo avere convertito gli **ohm** in **kiloohm** e i **picofarad** in **nanofarad** otterremo:

159.000 : (10 x 15) = 1.060 Hz

Molti vorranno sapere come abbiamo fatto a ricavare il numero fisso **159.000**.
E' presto detto. Questo numero è dato dalla prima parte della formula, e cioè:

1 : (2 x 3,14) = 0,159235

Per ridurre il numero degli **0** abbiamo considerato dei multipli e dei sottomultipli delle unità di misura, abbiamo cioè convertito gli **ohm** in **kiloohm** e i **picofarad** in **nanofarad**, quindi per mantenere i giusti valori nel calcolo, dobbiamo allo stesso modo moltiplicare il numero fisso, cioè **0,159235**, per **1.000.000** ottenendo così **159.235**.

Abbiamo poi arrotondato questo numero a **159.000** perché oltre ad essere più facile da ricordare, all'atto pratico i **235** sono ininfluenti.

La differenza che abbiamo ottenuto, **1.060 Hz** anziché **1.061 Hz**, è, infatti, veramente irrisoria, perché su **1.000 Hz** c'è la differenza di **1 Hz**.

Questa differenza è **insignificante**, perché occorre tenere presente che tutte le resistenze e in generale tutti i componenti utilizzati hanno una **tolleranza** che si aggira su un **5%** in **più** o in **meno**.
Pertanto, dopo aver montato il circuito, non otterremo né **1.061 Hz** e nemmeno **1.060 Hz**, ma una frequenza compresa tra i **1.010 Hz** ed i **1.110 Hz**.

SCHEMI ELETTRICI

Prima di presentarvi i circuiti che fanno uso degli amplificatori operazionali, è necessario premettere alcune notazioni circa i disegni che troverete in questa Lezione.
In tutti schemi che utilizzano **1** solo operazionale abbiamo riportato su ogni terminale il **numero** relativo allo zoccolo visibile in fig.160 a sinistra.
Negli schemi che utilizzano **2** operazionali abbiamo riportato su ogni terminale il **numero** relativo allo zoccolo visibile in fig.160 a destra.

Anche se in tutti gli schemi elettrici abbiamo riportato il simbolo dell'ingresso **non invertente +** in alto ed il simbolo dell'ingresso **invertente –** in basso, non prendete questa disposizione per una re-

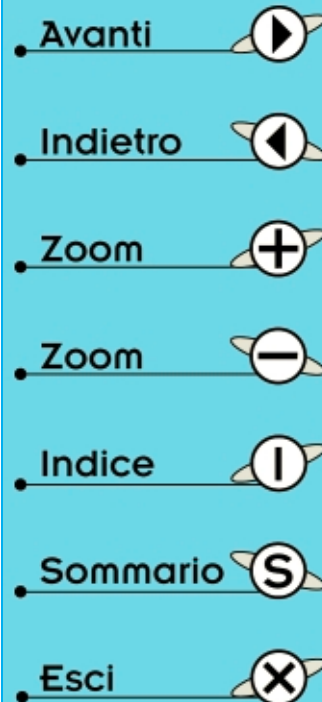
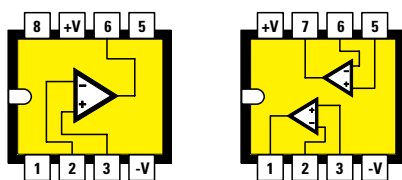



Fig.160 Connessioni degli operazionali viste da sopra. A sinistra abbiamo riportato il numero dei piedini per gli schemi che utilizzano 1 solo operazionale, a destra il numero dei piedini per gli schemi che utilizzano 2 operazionali.

gola da rispettare, perché, per rendere il disegno più chiaro ed immediato, in alcuni schemi elettrici potreste trovare gli ingressi disposti al contrario, cioè in **alto** l'ingresso **invertente** ed in **basso** l'ingresso **non invertente**.
Guardate ad esempio gli schemi elettrici visibili nelle figg.132 e 136 della Lezione precedente che hanno gli ingressi invertiti.

Nei circuiti che vengono alimentati con una tensione **duale** abbiamo preso come riferimento una tensione di **12+12 volt**, ma potrete ridurla fino a **9+9 volt** oppure aumentarla fino ad un massimo di **18+18 volt**.
Nei circuiti che vengono alimentati con una tensione **singola** abbiamo preso come riferimento una tensione di **15 volt**, ma potrete ridurla fino a **9 volt** oppure aumentarla fino ad un massimo di **30 volt**.
In molte **formule** la capacità dei **condensatori** deve essere espressa in **nanofarad**, quindi se avete una capacità espressa in **picofarad** e la volete convertire in **nanofarad** dovete **dividerla** per **1.000**.
Ad esempio, un condensatore da **82.000 picofarad** corrisponde a:

82.000 : 1.000 = 82 nanofarad

Ovviamente per riconvertire un valore da **nanofarad** in **picofarad** dovrete **moltiplicarlo** per **1.000**:

82 x 1.000 = 82.000 picofarad

Lo stesso dicasi per i valori delle resistenze che devono essere espressi in **kiloohm**. Perciò se avete un valore espresso in **ohm** e lo volete convertire in **kiloohm** dovrete **dividerlo** per **1.000**. Ad esempio una resistenza da **2.200 ohm** corrisponde a:

2.200 : 1.000 = 2,2 kiloohm

Ovviamente per riconvertire un valore da **kiloohm** in **ohm** dovrete **moltiplicarlo** per **1.000**.

2,2 x 1.000 = 22.000 ohm

Dopo questa necessaria premessa possiamo passare alla descrizione dei nostri schemi elettrici.

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Nella fig.161 potete vedere lo schema di uno stadio preamplificatore alimentato con una tensione **duale** che utilizza l'ingresso **non invertente +**.
Come già avete appreso dalla precedente Lezione, il **guadagno** di questo stadio si calcola utilizzando la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

Per la resistenza **R3** possiamo scegliere qualsiasi valore compreso tra **22.000 ohm** e **1 Megaohm**.

Scelto il valore ohmico di **R3** possiamo ricavare il valore di **R2** in funzione del **guadagno** che desideriamo ottenere utilizzando questa formula:

Valore di R2 = R3 : (guadagno – 1)

Ammesso di aver scelto per **R3** una resistenza da **120.000 ohm** e di voler amplificare il segnale di circa **10 volte**, per **R2** dovremo utilizzare una resistenza che abbia un valore di:

120.000 : (10 – 1) = 13.333 ohm

Poiché questo valore non è **standard**, sceglieremo quello più prossimo, cioè **12.000** o **15.000 ohm**.
Se per **R2** sceglieremo un valore di **12.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(120.000 : 12.000) + 1 = 11 volte

Se per **R2** sceglieremo un valore di **15.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(120.000 : 15.000) + 1 = 9 volte

Il condensatore **C2** collegato in parallelo alla resistenza **R3** impedisce all'operazionale di amplificare frequenze **ultrasoniche** oltre i **30 kilohertz**, che il nostro orecchio **non** riuscirebbe mai ad udire.
La capacità in **picofarad** di questo condensatore si calcola con la formula:

C2 in pF = 159.000 : (R3 kiloohm x 30 KHz)

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

R1 = 100.000 ohm
C1 = 10 microF elettrolitico
C3-C4 = 100.000 pF ceramico

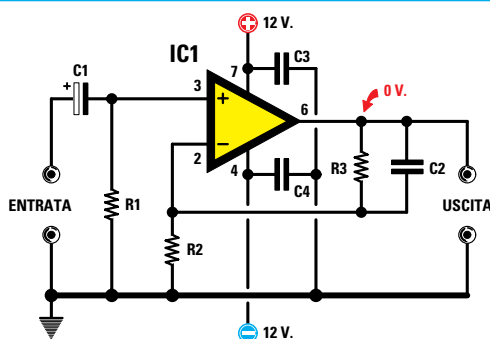



Fig.161 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso NON INVERTENTE alimentato da una tensione DUALE.

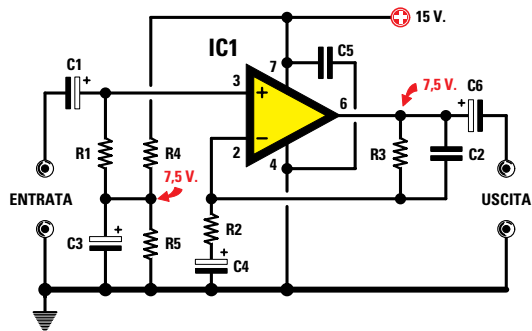



Fig.162 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso NON INVERTENTE alimentato da una tensione SINGOLA.

R1 = 100.000 ohm
R4-R5 = 10.000 ohm
C1-C3 = 10 microF elettrolitico
C5 = 100.000 pF ceramico

Se, ad esempio, il valore della resistenza **R3** fosse di **120.000 ohm**, pari a **120 kiloohm**, e sapendo che la massima frequenza che dobbiamo amplificare non deve superare i **30 KHz**, per **C2** dovremmo utilizzare un condensatore da:

159.000 : (120 x 30) = 44 picofarad

Poiché questo valore **non** è standard, potremmo usare **39** o **47 picofarad**.

Inoltre, per evitare che l'operazionale possa **autooscillare** o generare dei **disturbi** è indispensabile collegare sui due piedini di alimentazione un condensatore da **47.000 pF** oppure da **100.000 pF** (vedi **C3-C4**), con l'accortezza di collegare gli opposti terminali sulla più vicina pista di **massa**.
In uno stadio alimentato da una tensione **duale** tra il **piedino** d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione di **0 volt**.

Nella fig.162 è visibile lo stesso stadio preamplificatore, ma alimentato con una tensione **singola**.
Come potete notare, la resistenza d'ingresso **R1** non è più collegata a **massa**, ma ad un partitore resistivo composto da due resistenze di identico valore (vedi **R4-R5** da **10.000 ohm**), che **dimezzano** il valore della tensione di alimentazione.
Per mantenere stabile questa tensione dovremo inserire tra la giunzione di **R4-R5** e la **massa** un condensatore elettrolitico che abbia una capacità compresa tra **10-47 microfarad** (vedi **C3**).

Anche se l'operazionale è alimentato con una tensione **singola**, in pratica è come se fosse alimentato con una tensione **duale dimezzata**.
Avendo scelto una tensione di **15 volt**, è come se questo operazionale venisse alimentato da una tensione di **7,5+7,5 volt**, perché la **massa** di **riferimento** è riferita ai **7,5 volt** presenti sulla giunzione delle resistenze **R4-R5**.

Alimentando il circuito con una tensione singola e misurando la tensione tra il **piedino** d'**uscita** e la **vera massa** del circuito, ritroveremo una tensione **positiva** pari al valore presente sul partitore resistivo **R4-R5**, cioè **7,5 volt**.
Per evitare che questa **tensione** possa entrare sull'ingresso del successivo stadio preamplificatore dovremo applicare sull'uscita di questo stadio un condensatore elettrolitico (vedi **C6**), che provvederà a lasciar passare il solo segnale di **BF**.

Il condensatore elettrolitico **C4** e la resistenza **R2** collegati sul piedino **invertente** formano un filtro **passa-alto** che impedisce all'operazionale di amplificare eventuali tensioni **continue**, senza però attenuare le frequenze dei **super-bassi**.
La capacità in **microfarad** del condensatore **C4** si calcola prendendo come riferimento una frequenza **minima** di **20 Hertz**:

C4 microfarad = 159 : (R2 kiloohm x 20 Hertz)

Ammesso che la resistenza **R2** sia di **12.000 ohm**, pari a **12 kiloohm**, per **C4** dovremo utilizzare un condensatore elettrolitico da:

159 : (12 x 20) = 0,66 microfarad

Poiché questo valore **non** è standard, usiamo una capacità **maggiore**, vale a dire **1 microfarad**.
Per conoscere qual è la frequenza **minima** che si riesce ad amplificare senza nessuna attenuazione possiamo usare la formula:

Hertz = 159 : (R2 kiloohm x C4 microfarad)

Nel nostro caso otterremo:

159 : (12 x 1) = 13,25 Hertz

Anche per lo schema di fig.162 il **guadagno** si calcola con la formula:

Guadagno = (R3 : R2) +1

Per calcolare la capacità del condensatore **C2** applicato in parallelo alla resistenza **R3**, necessario ad impedire che l'operazione amplifichi le frequenze **ultrasoniche**, useremo la formula :

C2 in pF = 159.000 : (R3 kiloohm x 30 KHz)

Per evitare che l'operazionale possa **autooscillare** o generare **disturbi** dovremo collegare vicinissimo al piedino di alimentazione **positivo** ed al piedino collegato a **massa** un condensatore ceramico o poliestere da **47.000** o **100.000 pF** (vedi **C5**).

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso INVERTENTE

Nella fig.163 possiamo osservare lo schema di uno stadio preamplificatore alimentato con una tensione **duale** che utilizza l'ingresso **invertente –**.
Il **guadagno** di questo stadio si calcola con la seguente formula:

Guadagno = R2 : R1

Poiché il valore di **R2** non è critico, basta infatti scegliere un valore compreso tra **22.000 ohm** ed **1 Megaohm**, possiamo calcolare il valore di **R1** in funzione del **guadagno** che desideriamo ottenere, utilizzando questa semplice formula:

Valore di R1 = R2 : guadagno

Ammesso di aver scelto per **R2** una resistenza da **82.000 ohm** e di voler amplificare il segnale di circa **12 volte**, per **R1** dovremo utilizzare una resistenza del valore di:

82.0000 : 12 = 6.833 ohm

Poiché questo valore **non** è standard, potremo utilizzare una resistenza da **6.800 ohm**.

La capacità del condensatore **C2** può essere calcolata usando sempre la formula:

C2 in pF = 159.000 : (R2 kiloohm x 30 KHz)

Quindi dopo aver convertito gli **82.000 ohm** in **kiloohm** possiamo calcolare il valore di **C2**:

159.000 : (82 x 30) = 64 picofarad

Poiché questo **non** è un valore standard, potremo usare **56** o **68 picofarad**.

Per conoscere quale **frequenza** massima possiamo amplificare senza **nessuna** attenuazione utilizzando un condensatore da **56 pF** oppure da **68 pF** useremo questa formula:

KHz = 159.000 : (R2 kiloohm x C2 pF)

Con una capacità di **56 pF** possiamo amplificare un segnale BF fino al **limite massimo** di:

159.000 : (82 x 56) = 34,6 KHz

Con una capacità di **68 pF** possiamo amplificare un segnale BF fino al **limite massimo** di:

159.000 : (82 x 68) = 28,5 KHz

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso INVERTENTE

C1 = 10 microF elettrolitico
C3-C4 = 100.000 pF ceramico

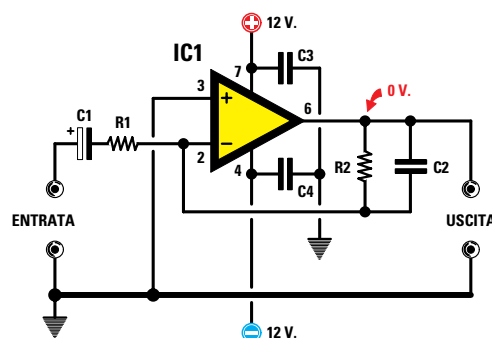



Fig.163 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso INVERTENTE alimentato da una tensione DUALE.

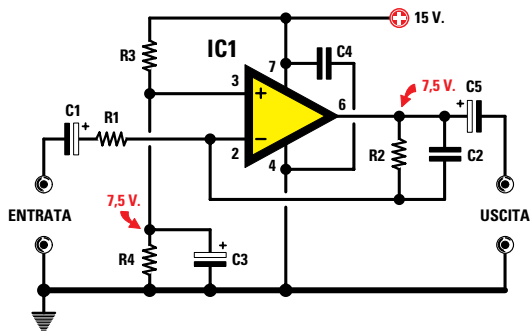



Fig.164 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso INVERTENTE alimentato da una tensione SINGOLA.

R3-R4 = 10.000 ohm
C1-C3-C5 = 10 microF elettrolitico
C4 = 100.000 pF ceramico

Alimentando questo stadio con una tensione **duale** tra il piedino d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione di **0 volt**.

In fig.164 riportiamo lo stesso stadio preamplificatore, ma alimentato con una tensione **singola**.
Come potete notare, il piedino d'ingresso **+** non risulta più collegato a **massa** come visibile in fig.163, ma al partitore resistivo composto da due resistenze di identico valore (vedi **R3-R4** da **10.000 ohm**) che ci serviranno per **dimezzare** il valore della tensione di alimentazione.

Per mantenere stabile questa tensione dovremo inserire tra la giunzione di **R4-R5** e la **massa** un condensatore elettrolitico che abbia una capacità compresa tra **10-47 microfarad** (vedi **C3**).
Anche se l'operazionale risulta alimentato con una tensione **singola**, in pratica è come se fosse alimentato con una tensione **duale** dimezzata.

Alimentando il circuito con una tensione singola, tra il piedino d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione **positiva** pari al valore presente sul partitore resistivo **R3-R4**, cioè **7,5 volt**.
Per evitare che questa **tensione** possa entrare sull'ingresso dello stadio successivo dovremo applicare sull'uscita un condensatore elettrolitico (vedi **C5**) che provvederà a lasciar passare il solo segnale di **BF** e non la tensione continua.

Anche per questo schema il **guadagno** si calcola con la formula:

Guadagno = R2 : R1

La capacità del condensatore **C2**, collegato in parallelo alla resistenza **R2**, si calcola con stessa formula usata per la tensione duale:

C2 in pF = 159.000 : (R2 kiloohm x 30 KHz)

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

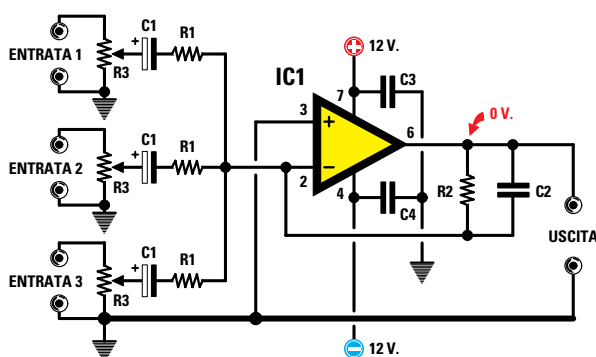
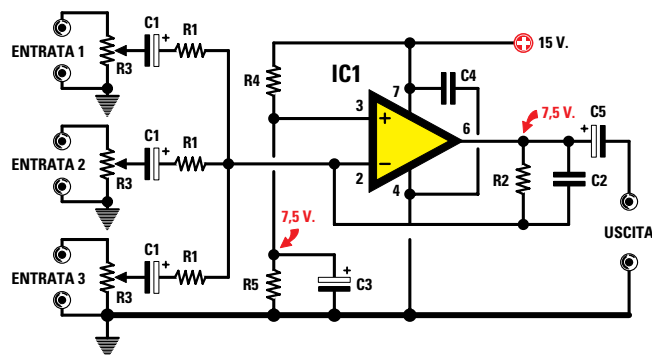
MISCELATORE per SEGNALI di BASSA FREQUENZA

R3 = 10.000 ohm pot. log.   C1 = 10 microF elettrolitici   C3-C4 = 100.000 pF ceramico

Fig.165 Schema elettrico di un Mixer BF alimentato da una tensione DUALE. In questo circuito i terminali + dei condensatori C1 vanno rivolti verso i potenziometri R3.

R3 = 10.000 ohm pot. log.
R4-R5 = 10.000 ohm

C1-C3-C5 = 10 microfarad elettrolitici
C4 = 100.000 pF ceramico o poliestere

Fig.166 Schema elettrico di un Mixer BF alimentato da una tensione SINGOLA. In questo circuito i terminali + dei condensatori C1 vanno rivolti verso le resistenze R1.

MISCELATORE di SEGNALI BF

Uno stadio **miscelatore** si usa quando si presenta la necessità di dover miscelare due o più segnali **BF** provenienti da sorgenti diverse, ad esempio il segnale di un **microfono** con quello prelevato da un **giradischi** o da una **musicassetta** ecc.

Nella fig.165 si può vedere lo schema di uno stadio **miscelatore** alimentato con una tensione **duale** che utilizza l'ingresso **invertente –**.

Per determinarne il **guadagno** usiamo la formula:

Guadagno = R2 : R1

Il valore delle resistenze **R1** deve risultare almeno **10 volte** maggiore del valore dei potenziometri **R3**, pertanto se questi hanno un valore di **1.000 ohm** potremo scegliere per **R1** dei valori dai **10.000 ohm** in su.

Scelto il valore di **R1** possiamo calcolare il valore della resistenza **R2** in funzione del **guadagno** utilizzando questa semplice formula:

Valore di R2 = R1 x guadagno

Quindi se abbiamo scelto per le tre **R1** un valore di **22.000 ohm** e vogliamo che il nostro **mixer** abbia un guadagno di circa **4 volte**, dovremo usare

per **R2** una resistenza da:

2.000 x 4 = 88.000 ohm

Poiché questo valore **non** è standard, potremo tranquillamente usare **82.000 ohm** perché il **guadagno** non cambierà di molto:

82.000 : 22.000 = 3,72 volte

I potenziometri **R3**, collegati sulle Entrate, ci serviranno per dosare l'ampiezza dei segnali applicati sugli ingressi, nel caso in cui si voglia amplificare maggiormente il segnale del **microfono** rispetto a quello del **giradischi** o viceversa.

Anche nei **mixer** è consigliabile collegare in parallelo alla resistenza **R2** un piccolo condensatore (vedi **C2**) per limitare la **banda passante** onde evitare di amplificare frequenze **ultrasoniche** che l'orecchio umano non potrebbe mai percepire.

La formula per calcolare la capacità in **picofarad** di **C2** è quella che già conosciamo, cioè:

C2 in pF = 159.000 : (R2 kiloohm x 30 KHz)

Quindi con una **R2** da **100.000 ohm**, pari a **100 kiloohm**, il valore di **C2** sarà di:

159.000 : (100 x 30) = 53 picofarad

Poiché questo valore **non** è standard, potremo usare **56 picofarad** o anche **47 picofarad**.

Alimentando questo stadio con una tensione **duale** tra il **piedino** d'**uscita** e la **massa** ritroviamo, in **assenza** di segnale, una tensione di **0 volt**.

Nella fig.166 riportiamo lo schema elettrico di un **mixer** alimentato con una tensione **singola**.
Come potete notare, il piedino **non invertente +** non è collegato a **massa** come visibile in fig.165, ma al partitore resistivo composto da due resistenze di identico valore (vedi **R4-R5** da **10.000 ohm**).

Anche se l'operazionale risulta alimentato con una tensione **singola** di **15 volt**, in pratica è come se fosse alimentato con una tensione **duale** di **7,5+7,5 volt**, perché la **massa** di **riferimento** si trova sulla giunzione delle due resistenze **R4-R5**.

Alimentando il circuito con una tensione singola, tra il piedino d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione **positiva** pari al valore presente sul partitore resistivo **R4-R5**, cioè **7,5 volt**.
Per evitare che questa **tensione** possa entrare sull'ingresso dello stadio, è indispensabile inserire sull'uscita un condensatore elettrolitico (vedi **C5**) che provvederà a lasciar passare il solo segnale di **BF** e non la tensione **continua**.

Anche per questo schema il **guadagno** si calcola con la formula:

Guadagno = R2 : R1

AMPLIFICATORE DIFFERENZIALE

L'amplificatore **differenziale** viene utilizzato quando occorre rilevare la **differenza** che esiste tra due tensioni che applicheremo sui due ingressi.
Tanto per portare un esempio, se sui due ingressi **+/–** dell'operazionale vengono applicate due **identiche** tensioni, non importa di che valore, sull'uscita ritroveremo una tensione di **0 volt**.

Quindi se sull'uscita dell'operazionale colleghiamo un **voltmetro** con **0 centrale** e poi su entrambi gli ingressi **+/–** applichiamo **2-5-9-12 volt**, noteremo che la lancetta dello strumento rimarrà sempre immobile sul **centro scala** (vedi fig.167).

Se **una** di queste due tensioni dovesse diventare **più** o **meno** positiva rispetto all'altra, la lancetta devierà verso **sinistra** o verso **destra**.

Ad esempio, se sull'ingresso **non invertente** giunge una tensione positiva di **5,0 volt** e sull'ingresso **invertente** una tensione positiva di **4,9 volt**, l'ingresso **non invertente** risulterà più **positivo** rispetto all'opposto ingresso **invertente** di:

5,0 – 4,9 = 0,1 volt

In questa condizione la lancetta dello strumento devierà verso **destra** (vedi fig.168), perché sull'uscita ritroviamo una tensione **positiva** pari alla differenza tra le due tensioni moltiplicata per il **guadagno** dello stadio.

Supponendo che la resistenza **R2** sia di **100.000 ohm** e la resistenza **R1** di **10.000 ohm**, otterremo un **guadagno** di:

Guadagno = R2 : R1

100.000 : 10.000 = 10 volte

In questo caso lo strumentino ci indicherà un valore di tensione **positiva** di:

(5,0 – 4,9) x 10 = 1 volt

Se sull'ingresso **non invertente** giungesse una tensione positiva di **5,0 volt** e sull'ingresso **inver-**

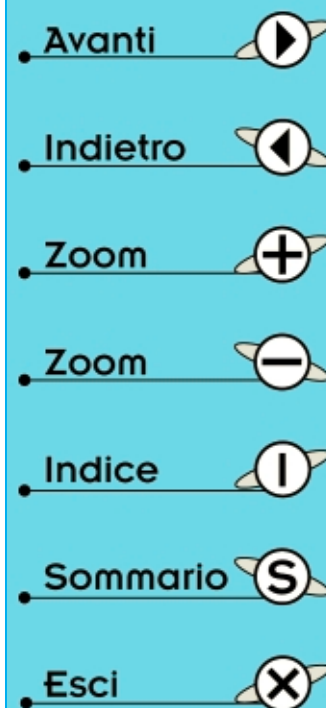



Fig.167 Applicando sui due ingressi di un differenziale due identiche tensioni, non importa di quale valore, sull'uscita ritroviamo sempre una tensione di 0 volt. Sui piedini di alimentazione dovremo sempre collegare due condensatori ceramici o poliestere da 100.000 pF (vedi C4-C5).

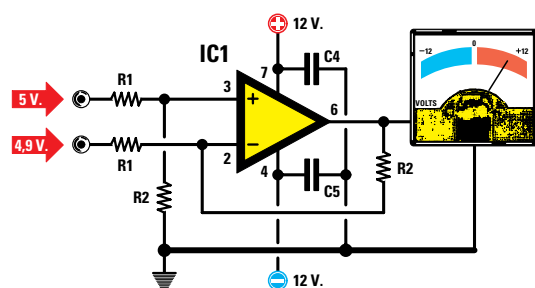
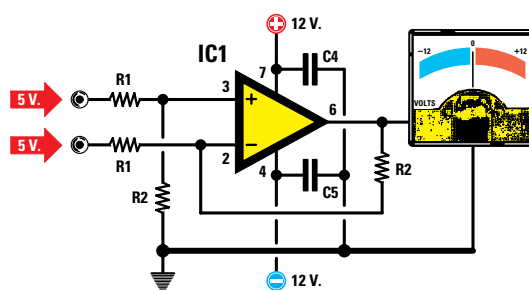
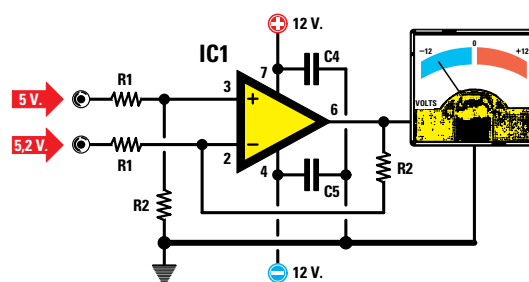



Fig.168 Se sull'ingresso INVERTENTE entra una tensione positiva minore di quella che entra sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione Positiva rispetto alla massa. Guadagno = R2 : R1

Fig.169 Se sull'ingresso INVERTENTE entra una tensione positiva maggiore di quella che entra sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione Negativa rispetto alla massa. Guadagno = R2 : R1

tente una tensione positiva di **5,2 volt**, questo ultimo ingresso risulterebbe più **positivo** rispetto all'opposto ingresso **non invertente** di:

5,0 – 5,2 = 0,2 volt

In questa condizione la lancetta dello strumento devierebbe verso **sinistra** (vedi fig.169), perché sull'uscita ritroveremmo una tensione **negativa** pari alla differenze tra le due tensioni moltiplicata per il **guadagno**. In altre parole otterremmo una tensione **negativa** di:

(5,2 – 5,0) x 10 = 2 volt negativi

In campo industriale gli amplificatori **differenziali** vengono normalmente utilizzati per rilevare la differenza di due **temperature** applicando sugli ingressi due resistenze **NTC** oppure la differenza tra due sorgenti **luminose** applicando sugli ingressi due **fotoresistenze**.

In un circuito **differenziale** è molto importante che il valore delle due resistenze **R1** e anche delle due resistenze **R2** risulti **identico**, perché è sufficiente una piccola **tolleranza** per far deviare la lancetta dello strumento verso destra o sinistra.

Per controllare se le resistenze hanno **identico** valore potremo collegare **insieme** i due ingressi e poi applicare su questi una tensione qualsiasi prelevata da una pila.
Se le resistenze risultano di **identico** valore, la lancetta rimarrà **immobile** sullo **0**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

COMPARATORI di TENSIONI

I **comparatori** di tensioni vengono normalmente utilizzati per ottenere in uscita una **condizione logica 0** quando la tensione applicata sull'ingresso **invertente** è maggiore di quella dell'ingresso **non invertente** ed una **condizione logica 1** quando la tensione sull'ingresso **invertente** è minore di quella applicata sull'ingresso **non invertente**.

Tenete comunque presente che usando degli operazionali tipo **TL.082 - uA.741** o altri equivalenti il **livello logico 0** corrisponde a una tensione **positiva** che si aggira sui **1-1,5 volt**.

Solo usando degli operazionali tipo **LM.358 - LM.324 - CA.3130 - TS.27M2CN**, il **livello logico 0** corrisponde a una tensione di **0 volt**.

Nelle figg.170-171 riportiamo gli schemi di un comparatore per tensioni **continue**.

Se regoliamo il trimmer **R1** in modo da applicare sull'ingresso **non invertente** una tensione **positiva** di **4 volt** e sull'ingresso **invertente** applichiamo una tensione positiva **maggiore**, ad esempio **4,5 volt**, sull'uscita dell'operazionale ritroveremo un **livello logico 0** (vedi fig.170).

Se sull'ingresso **invertente** applichiamo una tensione positiva **minore**, ad esempio **3,5 volt**, l'uscita dell'operazionale si porterà subito sul **livello logico 1** (vedi fig.171).
Se volessimo ottenere una condizione logica opposta potremo utilizzare lo schema in fig.172.

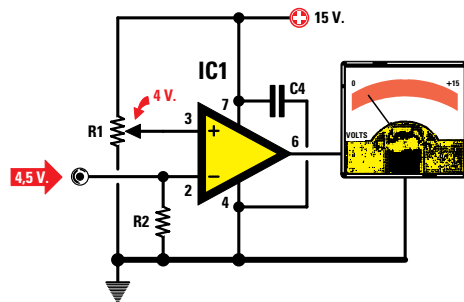



Fig.170 Se sull'ingresso INVERTENTE è presente una tensione positiva maggiore di quella presente sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione di 0 Volt.

R1 = 10.000 ohm trimmer
R2 = 10.000 ohm

Fig.171 Se sull'ingresso INVERTENTE è presente una tensione positiva minore di quella presente sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione Positiva.

R1 = 10.000 ohm trimmer
R2 = 10.000 ohm

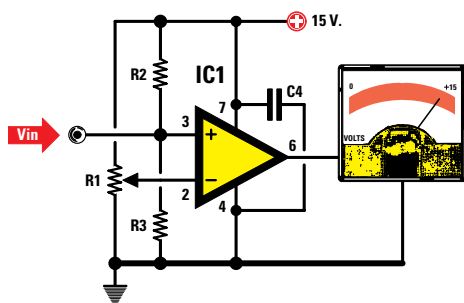
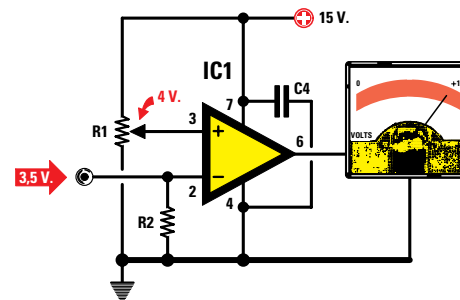



Fig.172 Se vogliamo ottenere una condizione logica opposta a quella riportata nelle figg.170-171, basta collegare il piedino INVERTENTE sul trimmer R1 ed entrare con la tensione sull'ingresso NON INVERTENTE. Per le resistenze R2-R3 potremo usare un valore di 10.000 ohm.

Nota: i valori di R1-R2-R3 sono in kiloohm

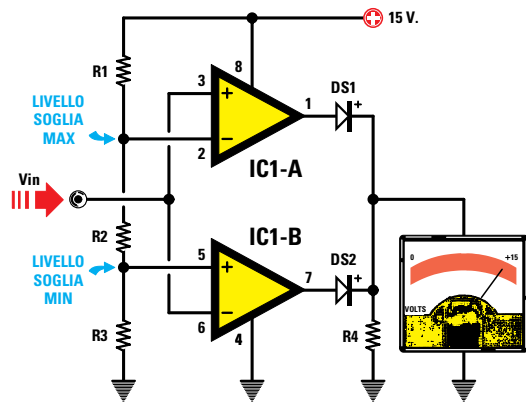
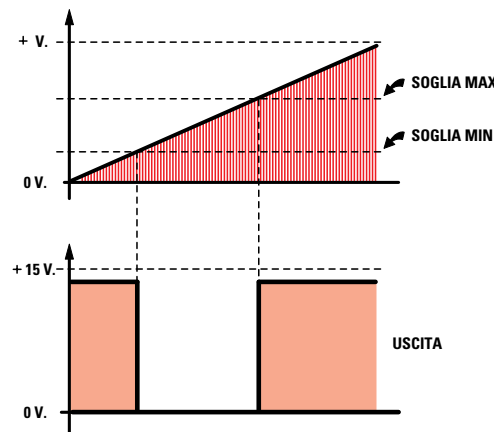



Fig.173 I comparatori a finestra vengono utilizzati per mantenere il piedino d'uscita a livello logico 0 fino a quando la tensione applicata sull'ingresso rimane dentro il livello di soglia minima e massima. Se si scende sotto il valore di soglia minima o si sale oltre il valore di soglia massima, l'uscita si porterà a livello logico 1.

DS1-DS2 = diodi al silicio
R4 = resistenza da 10 kiloohm

Utilizzando due amplificatori operazionali alimentati con una tensione **singola** possiamo realizzare dei **comparatori** a **finestra** che ci consentono di scegliere a nostro piacimento i valori di **soglia minima** e **massima** entro i quali vogliamo che l'operazionale interagisca.

In altre parole fino a quando la tensione applicata sull'ingresso rimane dentro il valore di **soglia minimo** e **massima** sul piedino d'uscita ritroveremo un **livello logico 0** (vedi fig.173).

Appena scenderemo al di sotto della **soglia minima** o supereremo il valore di **soglia massima**, il piedino d'uscita si porterà a **livello logico 1**.

Per calcolare il valore in **volt** della soglia **minima** e della soglia **massima**, tutti consigliano di usare queste due formule:

volt min = [R3 : (R1 + R2 + R3)] x Vcc
volt max = [(R2 + R3) : (R1 + R2 + R3)] x Vcc

Queste formule possono essere utilizzate solo se si conoscono già i valori di **R1-R2-R3**.
Ad un principiante risulta invece più vantaggioso calcolare il valore di queste tre **resistenze** stabilendo i **volt** che si vogliono assegnare alla soglia **massima** e a quella **minima**.

Per ricavare il valore delle tre resistenze espresso in **kiloohm** usiamo queste formule:

R1 in kiloohm = (Vcc – volt soglia max) : 0,15
R3 in kiloohm = volt soglia min : 0,15
R2 in kiloohm = (volt max – volt min) : 0,15

Vcc = **volt** della tensione di alimentazione.
0,15 = **corrente** in **milliamper** da far scorrere nelle tre resistenze collegate in **serie**.

ESEMPIO di CALCOLO

Vogliamo realizzare un **comparatore** a **finestra** alimentato con una tensione **Vcc** di **12 volt** che com-

muti l'uscita sul **livello logico 0** quando la tensione sull'ingresso supera i **4 volt** e la riporti sul **livello logico 1** quando la tensione sull'ingresso supera i **6 volt**.

Soluzione = come prima operazione calcoliamo il valore della resistenza **R1** partendo dal valore della **soglia massima** fissato a **6 volt**:

(12 – 6) : 0,15 = 40 kiloohm

Come seconda operazione calcoliamo il valore della resistenza **R3** utilizzando il valore della **soglia minima** fissato a **4 volt**:

4 : 0,15 = 26,66 kiloohm

Come terza operazione calcoliamo il valore della resistenza **R2** conoscendo il valore della soglia **massima** e quello della soglia **minima**:

(6 – 4) : 0,15 = 13,33 kiloohm

In teoria dovremmo usare questi tre valori:

R1 = **40 kiloohm** pari a **40.000 ohm**
R2 = **13,33 kiloohm** pari a **13.330 ohm**
R3 = **26,66 kiloohm** pari a **26.660 ohm**

e poiché **non** sono valori **standard** useremo:

R1 = **39 kiloohm** pari a **39.000 ohm**
R2 = **12 kiloohm** pari a **12.000 ohm**
R3 = **27 kiloohm** pari a **27.000 ohm**

Conoscendo il valore di queste tre resistenze possiamo controllare i **volt** della **soglia minima** tramite la formula:

volt min = [R3 : (R1 + R2 + R3)] x Vcc
[27 : (39 + 12 + 27)] x 12 = 4,15 volt minima

Dopodiché possiamo controllare i **volt** della **soglia massima** tramite la formula:

volt max = [(R2 + R3) : (R1 + R2 + R3)] x Vcc
[(12 + 27) : (39 + 12 + 27)] x 12 = 6 volt massima

Come potete notare, usando questi valori **standard** risulta variato il solo livello della soglia **minima** che dai **4 volt** richiesti è salito a soli **4,15 volt**.

Questo comparatore può essere alimentato con una tensione **duale** oppure **singola**.

VARIANTE al COMPARATORE a FINESTRA

Se rispetto alla fig.173 rivolgiamo il **catodo** dei due diodi **DS1-DS2** verso l'uscita dei due operazionali, poi colleghiamo la resistenza **R4** sul positivo di alimentazione ed infine colleghiamo la resistenza **R1** sul piedino **non invertente** di **IC1/A** e la resistenza **R3** sul piedino **invertente** di **IC1/B** (vedi fig.174), otteniamo la condizioni **inversa**.

Quindi fino a quando la tensione che applicheremo sull'ingresso rimane dentro i valori di **soglia minima** e **massima** sul piedino d'uscita ritroveremo un **livello logico 1**.

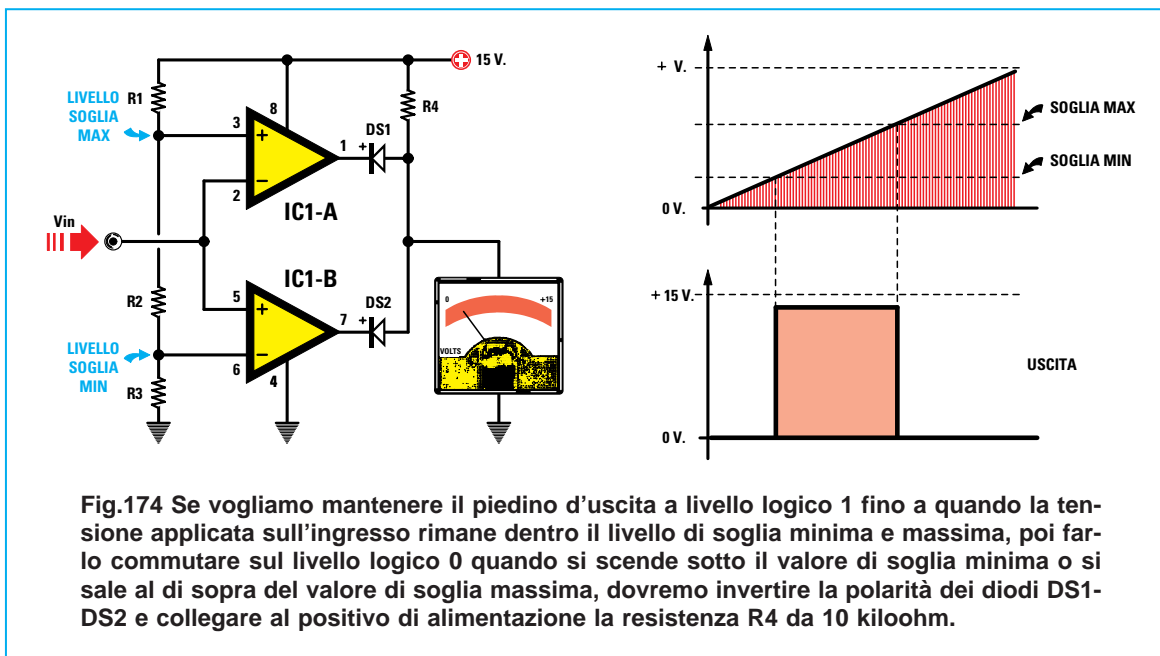



Fig.174 Se vogliamo mantenere il piedino d'uscita a livello logico 1 fino a quando la tensione applicata sull'ingresso rimane dentro il livello di soglia minima e massima, poi farlo commutare sul livello logico 0 quando si scende sotto il valore di soglia minima o si sale al di sopra del valore di soglia massima, dovremo invertire la polarità dei diodi DS1-DS2 e collegare al positivo di alimentazione la resistenza R4 da 10 kiloohm.

TRIGGER di SCHMITT alimentato da una tensione DUALE

Il **trigger** di **Schmitt** (vedi fig.175) è un particolare tipo di comparatore di tensione che modifica in modo automatico il suo **livello** di soglia.

Quando sull'ingresso **invertente** la tensione supera questo **livello** di soglia, il piedino d'uscita del trigger si commuta sul valore **negativo** di alimentazione ed automaticamente la resistenza **R3 abbassa** il valore della **soglia**.

Quando sull'ingresso **invertente** la tensione scende al di sotto del **livello** di soglia, il piedino d'uscita del trigger si commuta sul massimo valore **positivo** di alimentazione ed automaticamente la resistenza **R3 aumenta** il valore della soglia.

Questa differenza tra i due valori di **soglia**, chiamata **isteresi**, ci consente di eliminare eventuali disturbi o rumori che sovrapponendosi alla tensione applicata sul suo ingresso potrebbero far commutare l'uscita (vedi fig.175 a destra).

Infatti nei **normali comparatori** basta un piccolo disturbo prossimo al valore di soglia per far commutare l'uscita sul **livello logico 0** o **1**.

Utilizzando un comparatore a **trigger** di **Schmitt** questo inconveniente non si verifica più, perché la sua uscita si commuta sul **livello logico 1** o **0** solo quando si superano questi due livelli di soglia, come possiamo vedere nella figg.175.

Per calcolare il valore dei **volt** di **soglia** possiamo usare la formula:

volt di soglia = Vcc : [(R3 : R2)+1]

Nota: la sigla **Vcc** indica i **volt** di alimentazione dell'operazionale, quindi tenete presente che se il circuito viene alimentato con una tensione **duale** si dovrà prendere come valore **Vcc** un solo ramo.
Se l'operazionale risulta alimentato con una tensione **duale** di **12+12 volt**, per il calcolo dovremo usare il valore **Vcc 12 volt**.

ESEMPIO di CALCOLO

Abbiamo un **trigger** di **Schmitt** alimentato con una tensione **duale** di **12+12 volt** che utilizza que-

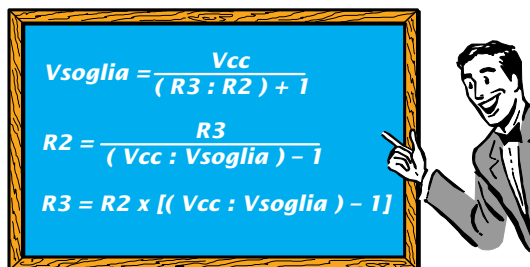
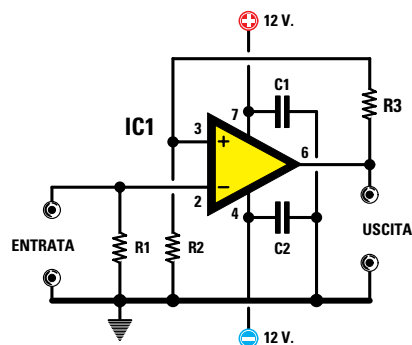
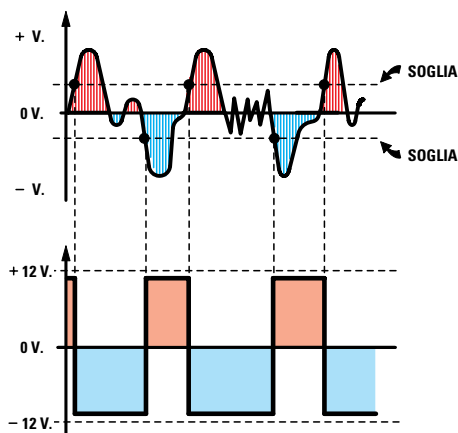



Fig.175 I trigger di Schmitt sono dei comparatori che modificano in modo automatico il loro livello di soglia per evitare che la loro uscita si commuti in presenza di disturbi. Se alimentiamo il trigger con una tensione DUALE, l'uscita si commuta sul massimo valore negativo quando sull'ingresso il segnale supera il livello di soglia e si commuta sul massimo valore positivo quando sull'ingresso il segnale scende al di sotto del livello di soglia.

R1 = 10.000 ohm
C1-C2 = 100.000 pF ceramico o poliestere

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

sti valori di resistenza:

R2 = 10.000 ohm pari a **10 kiloohm**
R3 = 82.000 ohm pari a **82 kiloohm**

Quindi vogliamo conoscere il valore del **livello** di **soglia positivo** e **negativo**.

Soluzione = inserendo nella formula i valori in nostro possesso otteniamo:

12 : [(82.000 : 10.000) + 1] = 1,3 volt

Sull'uscita di questo **trigger** di **Schmitt** ritroviamo pertanto un **livello logico 1** (circa **11 volt positivi**) quando il segnale applicato sull'ingresso **invertente** scende sotto gli **1,3 volt negativi** e ritroviamo un **livello logico 0** (circa **11 volt negativi**) quando il segnale applicato sull'ingresso **invertente** supera gli **1,3 volt positivi**.

Se nella formula riportiamo i valori delle resistenze **R2-R3** espressi in **kiloohm**, otterremo sempre lo stesso risultato:

12 : [(82 : 10) + 1] = 1,3 volt

Per aumentare il valore del **livello** di **soglia** possiamo aumentare il valore della resistenza **R2** o ridurre il valore della resistenza **R3**.

TRIGGER di SCHMITT alimentato da una tensione SINGOLA

Se alimentiamo il **trigger** di **Schmitt** con una tensione **singola** dovremo solo aggiungere una resistenza (vedi **R4** in fig.176).

Alimentando il circuito con una tensione **singola** otterremo queste due condizioni:

– Quando sull'ingresso la tensione **sale** al di sopra del livello di **soglia**, in uscita ritroviamo un **livello logico 0** (vedi fig.177).

– Quando sull'ingresso la tensione **scende** al di sotto del livello di **soglia**, in uscita ritroviamo un **livello logico 1**.

Per calcolare i valori di **soglia** di un **trigger** di **Schmitt** alimentato con una tensione **singola** dovremo prima eseguire due operazioni per determinare i valori che chiamiamo **Ra** ed **Rb**:

Ra = (R4 x R3) : (R4 + R3)

Rb = (R2 x R3) : (R2 + R3)

poi, utilizzando le formule sotto riportate, potremo ricavare i **volt** della soglia **minima** e **massima**:

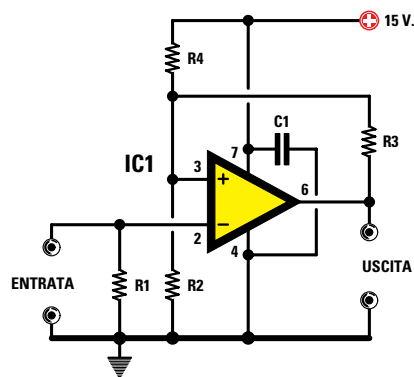
Soglia minima = [Rb : (R4 + Rb)] x Vcc

Soglia massima = [R2 : (R2 + Ra)] x Vcc

Fig.176 Se alimentiamo il trigger di Schmitt con una tensione SINGOLA, al calcolo delle resistenze dovremo aggiungere la resistenza R4. Per calcolare il valore di soglia massima e minima dovremo prima determinare il valore della somma delle resistenze R2-R3-R4 come appare nelle formule riportate nella lavagna. Il valore della resistenza R1 risulterà sempre di 10.000 ohm e quello del condensatore C1 sempre di 100.000 pF.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

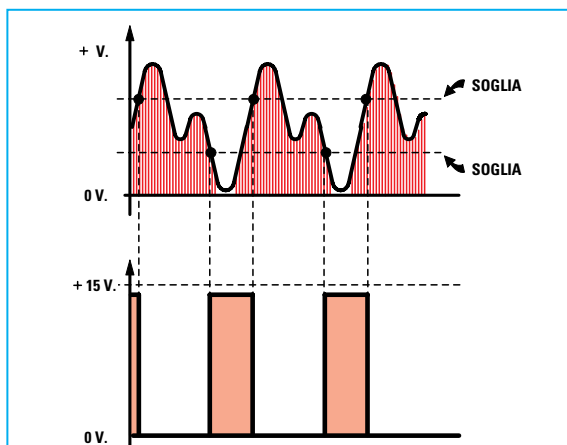



Fig.177 Alimentando un trigger di Schmitt con una tensione SINGOLA, sull'uscita ritroviamo un livello logico 0 che rimarrà in queste condizioni fino a quando la tensione applicata sull'ingresso resterà entro il valore della soglia massima e minima. Quando il segnale scende al di sotto della soglia minima, l'uscita si porta sul livello logico 1 e ritorna sul livello logico 0 solamente quando il segnale sull'ingresso supera il livello di soglia massima.

ESEMPIO di CALCOLO

Abbiamo un **trigger** di **Schmitt** alimentato con una tensione **singola Vcc** di **15 volt** che utilizza questi valori di resistenza:

R2 = **12.000 ohm** pari a **12 kiloohm**
R3 = **470.000 ohm** pari a **470 kiloohm**
R4 = **56.000 ohm** pari a **56 kiloohm**

quindi vorremmo conoscere il valore dei **volt** della **soglia massima** e di quella **minima**.

Nota: per semplificare i nostri calcoli useremo tutti i valori delle resistenze espressi in **kiloohm**.

Soluzione = come prima operazione ricaviamo i valori di **Ra** ed **Rb** utilizzando le formule:

Ra = (R4 x R3) : (R4 + R3)
(56 x 470) : (56 + 470) = 50 kiloohm Ra

Rb = (R2 x R3) : (R2 + R3)
(12 x 470) : (12 + 470) = 11,7 kiloohm Rb

Ora possiamo calcolare il valore di **soglia minima** utilizzando la formula:

Soglia minima = [Rb : (R4 + Rb)] x Vcc
[11,7 : (56 + 11,7)] x Vcc = 2,59 volt minimi

Dopodiché calcoliamo il valore di **soglia massima** utilizzando la formula:

Soglia Massima = [R2 : (R2 + Ra)] x Vcc
[12 : (12 + 50)] x Vcc = 2,9 volt massimi

A questo punto sappiamo che sul piedino d'uscita ritroviamo un **livello logico 1** quando la tensione sull'ingresso **invertente** scende sotto i **2,59 volt** positivi ed un **livello logico 0** quando la tensione supera i **2,9 volt**.

Si consiglia di usare per la **R3** dei valori molto alti, ad esempio **470 - 560 - 680 - 820 kiloohm**.
Se useremo per **R3** un valore di **470 kiloohm** otterremo una isteresi molto **ampia**, mentre se useremo un valore di **820 kiloohm** otterremo una isteresi molta **ristretta**.

TRIGGER di SCHMITT con soglia regolabile

Il **trigger** di **Schmitt** riportato in fig.178 ci permetta di variare manualmente il suo livello di soglia in modo da far eccitare o diseccitare un **relè** su un ben preciso valore di **temperatura**, se come **sonda** utilizziamo una resistenza **NTC**, oppure su una determinata **intensità** di **luce**, se come **sonda** utilizziamo una **fotoresistenza**.

Utilizzeremo una resistenza **NTC** per realizzare dei **termostati**, mentre la **fotoresistenza** per realizzare degli **interruttori crepuscolari**.

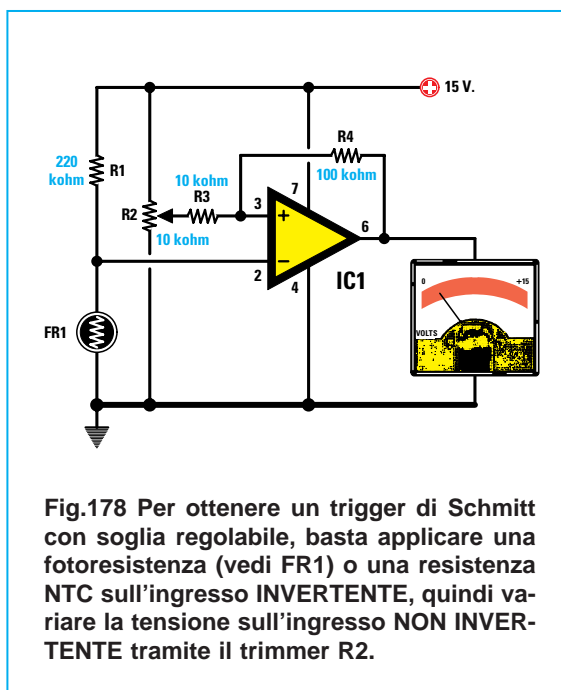



Fig.178 Per ottenere un trigger di Schmitt con soglia regolabile, basta applicare una fotoresistenza (vedi FR1) o una resistenza NTC sull'ingresso INVERTENTE, quindi variare la tensione sull'ingresso NON INVERTENTE tramite il trimmer R2.

GENERATORE di CORRENTE COSTANTE alimentato da una tensione DUALE

I **generatori** di **corrente costante** vengono utilizzati per ottenere una **corrente stabilizzata** che può servire per ricaricare pile al nichel-cadmio oppure per ottenere ai capi di una resistenza di **carico** (vedi **R5** in fig.179) una precisa **tensione** che può servire per realizzare degli ohmmetri.

Ammesso di regolare un **generatore** di **corrente costante** in modo che eroghi una **corrente costante** di **0,05 amper**, qualsiasi valore ohmico applicheremo sulla sua uscita, su questo (vedi **R5**) scorrerà sempre una corrente stabile di **0,05 amper**.

Questo circuito ha una sola **limitazione**, cioè sulla sua uscita non potremo collegare un valore **ohmico** che superi questo valore:

massimo valore di R5 ohm = Vcc : Amper

Quindi se alimentiamo il circuito con una tensione di **12 volt** (valore **Vcc**) non potremo collegare dei **carichi** che abbiano una resistenza maggiore di:

12 : 0,05 = 240 ohm

Rimanendo **stabile** la **corrente** e variando il valore **ohmico** della resistenza di **carico**, varierà ai suoi capi il valore della **tensione** come ci conferma la **legge** di **ohm**:

Volt = R5 ohm x amper

Quindi se scegliamo quattro resistenze che abbiano un valore di **1,2-4,7-100-220 ohm** e in queste facciamo scorrere una **corrente** di **0,05 amper**, ai capi delle resistenze rileveremo questi diversi valori di tensione:

1,2 x 0,05 = 0,06 volt
4,7 x 0,05 = 0,23 volt
100 x 0,05 = 5 volt
220 x 0,05 = 11 volt

Lo schema di un **generatore** di **corrente costante** è sempre composto, come possiamo vedere in fig.179 da un operazionale e da un transistor **PNP**. Come potete notare, l'ingresso **non invertente** è collegato al cursore del potenziometro **R2**, che ci servirà per determinare quale valore di **corrente** vogliamo fuoriesca sull'uscita del transistor.

La formula per ricavare il valore della **corrente** espressa in **amper** è la seguente:

amper = (Vcc – Vin) : R4 in ohm

Vcc = **volt** di alimentazione del solo ramo **positivo**. Quindi se abbiamo un'alimentazione **duale** di **15+15 volt** per il calcolo considereremo **15 volt**.
Vin = **volt** presenti sul cursore di **R2**.

Ammesso di alimentare il circuito con una tensione di **15+15 volt**, di regolare il potenziometro **R2**

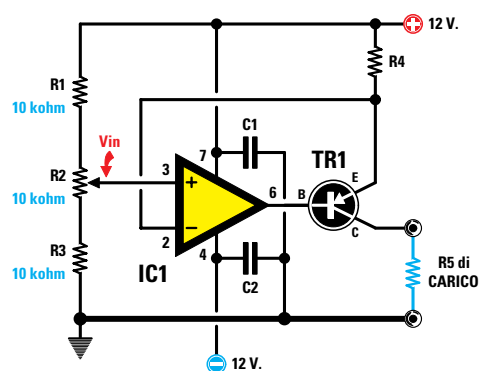



Fig.179 I generatori di corrente costante vengono utilizzati per ricaricare le pile al nichel cadmio, per realizzare dei voltmetri o altri strumenti di misura. Il transistor di potenza PNP, collegato sull'uscita dell'operazionale, deve essere fissato sopra un'aletta di raffreddamento. Variando la tensione "Vin" tramite il trimmer R2, otterremo una corrente costante proporzionale al valore della resistenza R4 collegata sull'Emettitore di TR1.

in modo da applicare sull'ingresso **non invertente** una tensione di **10 volt** e di aver inserito sull'**E**mettitore del transistor una resistenza da **47 ohm** (vedi **R4**), avremo una **corrente costante** di:

(15 – 10) : 47 = 0,1 amper pari a **100 mA**

Se regoliamo il potenziometro **R2** in modo da applicare sull'ingresso **non invertente** una tensione di **4,8 volt**, otterremo una **corrente costante** di:

(15 – 4,8) : 47 = 0,217 amper pari a **217 mA**

Se sostituiamo la resistenza **R4** da **47 ohm** con una da **220 ohm** ed applichiamo sull'ingresso **non invertente** una tensione di **10** e di **4,8 volt** otterremo queste **correnti costanti**:

(15 – 10) : 220 = 0,027 amper pari a **27 mA**
(15 – 4,8) : 220 = 0,046 amper pari a **46 mA**

Un'altra formula molto utile ai principianti è quella che permette di determinare il valore di **R4** conoscendo il valore della tensione **Vin** prelevata sul cursore del potenziometro **R2**:

R4 in ohm = (Vcc – Vin) : amper

Ammesso di voler ottenere una corrente di **0,5 amper** applicando sull'ingresso **non invertente** una tensione **Vin** di **6 volt** e di utilizzare una tensione di alimentazione **Vcc** di **15+15 volt**, il valore da utilizzare per la resistenza **R4** dovrà risultare di:

(15 – 6) : 0,5 = 18 ohm

Per conoscere la potenza in **watt** della **R4** collegata sul transistor possiamo usare la formula:

watt di R4 = (amper x amper) x ohm

Ritornando all'esempio appena riportato, dovremo utilizzare una resistenza a **filo** non minore di:

(0,5 x 0,5) x 18 = 4,5 watt

Potremo dunque utilizzare delle resistenze a filo da **5 watt** oppure da **7 watt** o da **10 watt**.

GENERATORE di CORRENTE COSTANTE alimentato da una tensione SINGOLA

Per realizzare un **generatore** di **corrente costante** alimentato da una tensione **singola** non potremo utilizzare qualsiasi operazionale, ma solo quelli siglati **LM.324 - LM.358 - CA.3130 - TS.27M2CN**.

Come possiamo vedere in fig.180 questo schema si differenzia da quello di fig.179 solo per avere il piedino **4** di alimentazione collegato a **massa**.

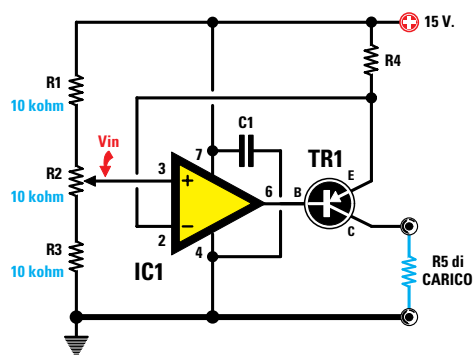
Tutte le formule utilizzate per il **generatore** di **corrente costante** alimentato con una tensione **duale** valgono anche per l'alimentazione **singola**.

Amper = (Vcc – Vin) : R4 Ω
Volt USCITA = R5 Ω x Amper
R4 Ω = (Vcc – Vin) : Amper
Watt R4 = A x A x ohm
Max valore R5 = Vcc : Amper
C1 = C2 = 100.000 pF

Fig.180 Per realizzare un generatore di corrente costante da alimentare con una tensione SINGOLA non potremo utilizzare qualsiasi tipo di operazionale, ma dovremo necessariamente usare degli LM.324 - LM.358 - CA.3130 - TS.27M2CM o altri equivalenti.
Anche in questo schema il transistor di potenza TR1 è un PNP e deve essere fissato sopra un'aletta di raffreddamento per dissipare il calore generato.

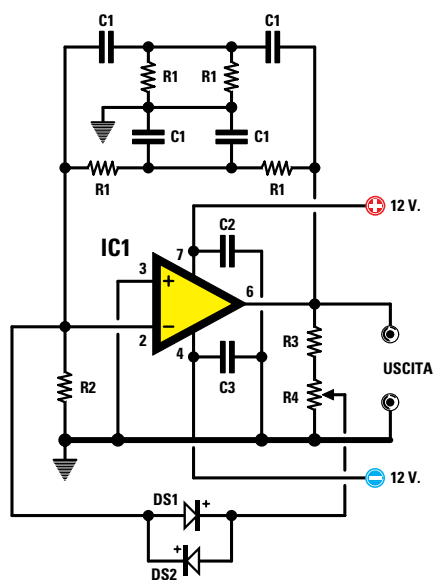
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GENERATORE di ONDE SINUSOIDALI alimentato da una tensione DUALE

Fig.181 Schema di un generatore di onde sinusoidali da alimentare con una tensione DUALE. Per far funzionare questo circuito dovremo ruotare il trimmer R4 fino ad ottenere in uscita il segnale di BF.

R2 = 10.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 10.000 ohm trimmer
C2-C3 = 100.000 pF ceramico
DS1-DS2 = diodi al silicio

Per realizzare un **oscillatore** in grado di generare delle **onde sinusoidali** su un valore di frequenza **fissa** vi consigliamo di utilizzare lo schema elettrico di fig.181, alimentato con una tensione duale.

Come possiamo vedere nello schema elettrico, per questo circuito occorre utilizzare **quattro** condensatori di identica capacità (vedi **C1**) e **quattro** resistenze con lo stesso valore ohmico (vedi **R1**).

Per conoscere il valore in **Hertz** della frequenza generata possiamo usare la formula:

Hertz = 159.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Nota: in questa formula il valore dei condensatori **C1** deve essere espresso in **nanofarad** e quello delle resistenze **R1** in **kiloohm**.

Conoscendo la **frequenza** in **Hertz** che desideriamo ottenere e il valore delle resistenze **R1** in **kiloohm**, possiamo calcolare il valore delle **capacità C1** in **nanofarad** con questa formula:

C1 nanoF = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Conoscendo il valore delle **capacità** in **nanofarad** possiamo calcolare il valore delle resistenze **R1** in **kiloohm** con questa formula:

R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Per far oscillare questo circuito dovremo ruotare il cursore del trimmer **R4** fino a quando sull'uscita non appare il segnale di **BF**.

ESEMPIO di CALCOLO

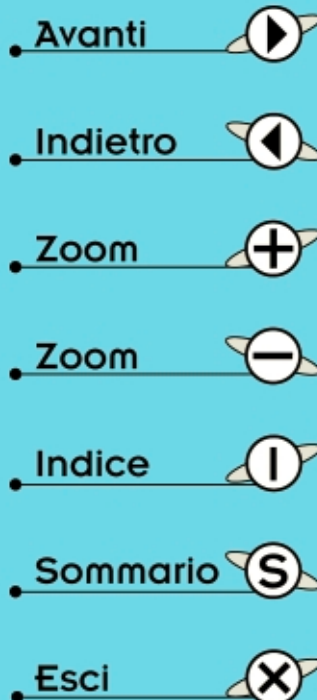
Vogliamo realizzare un oscillatore che generi una frequenza di **1.000 Hz** e quindi vogliamo conoscere quali valori usare per **C1** e **R1**.

Soluzione = conoscendo il valore della **frequenza** che desideriamo ottenere conviene sempre scegliere un valore di **capacità standard** poi calcolare il valore della **resistenza**.
Anche se con il calcolo matematico riusciremo ad ottenere questa **frequenza** con dei condensatori di diversa **capacità**, è meglio scegliere sempre una capacità che non richieda una resistenza di valore **esagerato** o **irrisorio**.

Per **C1** potremo scegliere questi valori:

1-10-100 – 4,7-47-470 – 1,5-15-150 nanofarad

Se sceglieremo per **C1** i valori **1-10-100 nanofarad** dovremo utilizzare per **R1** questi valori:

159.000 : (1 x 1.000) = 159 kiloohm
159.000 : (10 x 1.000) = 15,9 kiloohm
159.000 : (100 x 1.000) = 1,59 kiloohm

In questo caso potremo scegliere per **C1** il valore **10 nanoF** e per **R1** il valore standard **15 kiloohm**.

Scegliendo per **C1** i valori **4,7-47-470 nanofarad**, dovremo utilizzare per **R1** questi valori:

159.000 : (4,7 x 1.000) = 33,8 kiloohm
159.000 : (47 x 1.000) = 3,38 kiloohm
159.000 : (470 x 1.000) = 0,33 kiloohm

In questo caso conviene scegliere per **C1** il valore **4,7 nanoF** e per **R1** il valore standard **33 kiloohm**.

Se sceglieremo per **C1** i valori di **1,5-15-150 nanofarad** dovremo utilizzare per **R1** questi valori:

159.000 : (1,5 x 1.000) = 106 kiloohm
159.000 : (15 x 1.000) = 10,6 kiloohm
159.000 : (150 x 1.000) = 1,06 kiloohm

In questo caso conviene scegliere per **C1** il valore **15 nanoF** e per **R1** il valore standard **10 kiloohm**.

Per conoscere quale **frequenza** otterremo usando i tre valori **standard** prescelti per **C1** ed **R1**, eseguiamo queste operazioni:

159.000 : (10 x 15) = 1.060 Hertz
159.000 : (4,7 x 33) = 1.025 Hertz
159.000 : (15 x 10) = 1.060 Hertz

Le **frequenze** che otteniamo da questi calcoli sono sempre **approssimative**, perché dobbiamo comunque tenere presente che i condensatori e le resistenze hanno un loro **tolleranza**.

GENERATORE di ONDE SINUSOIDALI alimentato da una tensione SINGOLA

Per alimentare lo **stadio oscillatore** di fig.181 con una tensione **singola** dobbiamo modificare lo schema come visibile in fig.182.
In pratica dovremo solo aggiungere due resistenze e due condensatori elettrolitici.

Per calcolare il valore della **frequenza** dei condensatori **C1** e delle resistenze **R1** useremo le stesse formule utilizzate per l'alimentazione **duale**.

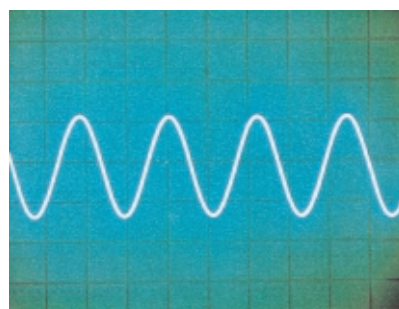
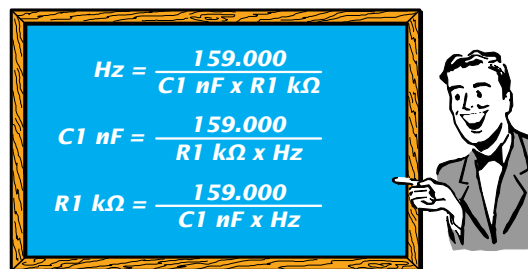
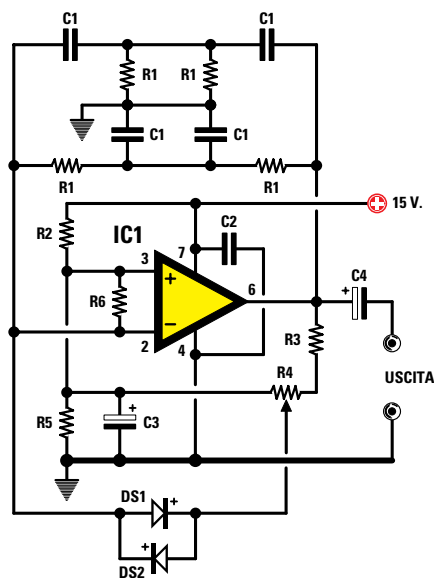



Fig.182 Per alimentare il generatore di onde sinusoidali con una tensione SINGOLA dovremo aggiungere due resistenze (vedi R5-R6) e due condensatori elettrolitici (vedi C3-C4).

R2 = 10.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 10.000 ohm trimmer
R5-R6 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C3-C4 = 10 microF elettrolitico
DS1-DS2 = diodi al silicio

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GENERATORE di ONDE QUADRE alimentato da una tensione DUALE

Per realizzare uno **stadio oscillatore** in grado di generare delle **onde quadre** dobbiamo usare lo schema riportato in fig.183.

Modificando il valore del condensatore **C1** e della resistenza **R1** potremo variare il valore della **frequenza** generata.

Per conoscere il valore in **Hertz** della frequenza generata potremo usare la formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Sapendo che tutti i condensatori e le resistenze hanno sempre delle **tolleranze**, il valore della **frequenza** calcolata è **approssimativo**.
Conoscendo la **frequenza** che desideriamo ottenere e il valore della resistenza **R1** in **kiloohm**, potremo ricavare il valore della **capacità C1** in **nanofarad** tramite questa formula:

C1 nanoF = 455.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Conoscendo il valore della **capacità** in **nanofarad** potremo ricavare il valore della resistenza **R1** in **kiloohm** tramite questa formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

ESEMPIO di CALCOLO per R1

Vogliamo realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **500 Hz** utilizzando un condensatore da **33.000 picofarad** e quindi vorremmo conoscere il valore della resistenza **R1**.

Soluzione = come prima operazione divideremo i **33.000 picofarad** per **1.000** in modo da ottenere un valore espresso in **nanofarad**, dopodiché eseguiamo i nostri calcoli usando la formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

455.000 : (33 x 500) = 27,57 kiloohm

Poiché questo valore **non** è standard, se vogliamo ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz** dovremo utilizzare una resistenza da **27 kiloohm** collegando in **serie** un trimmer da **1.000 ohm**, che tareremo fino ad ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz**.

ESEMPIO di CALCOLO per la FREQUENZA

Abbiamo realizzato uno stadio oscillatore utilizzando per **C1** una capacità di **12 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **33 kiloohm** quindi vorremmo conoscere quale **frequenza** otterremo.

Soluzione = per conoscere il valore della **frequenza** usiamo la formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

quindi lo stadio oscillatore dovrebbe oscillare sui:

455.000 : (12 x 33) = 1.148 Hertz

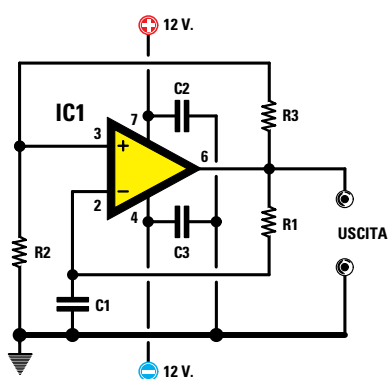
Considerando la **tolleranza** del condensatore e della resistenza, in pratica potremo ottenere una **frequenza** compresa tra **1.000-1.200 Hz**.

R2-R3 = 10.000 ohm
C2-C3 = 100.000 pF ceramico

Fig.183 Per realizzare un oscillatore in grado di generare delle onde Quadre potremo usare questo schema che andrà alimentato con una tensione DUALE.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GENERATORE di ONDE QUADRE alimentato da una tensione SINGOLA

Per alimentare uno **stadio oscillatore** con una tensione **singola** dobbiamo utilizzare lo schema riportato in fig.184.

Per calcolare il valore della **resistenza** in **kiloohm** conoscendo il valore della **frequenza** e quello del condensatore in **nanofarad** usiamo la formula:

R1 kiloohm = 714.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Per calcolare il valore del condensatore in **nanofarad** conoscendo il valore della **frequenza** e quello della resistenza in **kiloohm** usiamo la formula:

C1 nanoF = 714.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Anche in questo schema per variare il valore della **frequenza** dovremo solo modificare il valore del condensatore **C1** e della resistenza **R1**.

Per calcolare il valore della **frequenza** generata con uno stadio alimentato da una tensione **singola** dobbiamo usare questa formula:

Hertz = 714.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

ESEMPIO di CALCOLO per R1

Vogliamo realizzare uno stadio oscillatore alimentato da una tensione **singola** che ci fornisca una frequenza di **500 Hz** utilizzando un condensatore da **33.000 picofarad** e quindi vorremmo conoscere il valore della resistenza **R1**.

Soluzione = come prima operazione dividiamo i **33.000 picofarad** per **1.000** in modo da ottenere un valore espresso in **nanofarad**, dopodiché eseguiamo i nostri calcoli usando la formula:

R1 kiloohm = 714.000 : (C1 nanoF x Hertz)
714.000 : (33 x 500) = 43,27 kiloohm

Poiché questo valore **non** è standard, se vogliamo ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz** dovremo utilizzare una resistenza da **39 kiloohm** collegando in **serie** un trimmer da **5.000 ohm** che tareremo fino ad ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz**.

ESEMPIO di CALCOLO per la FREQUENZA

Abbiamo realizzato uno stadio oscillatore alimentato con una tensione **singola** utilizzando per **C1** una capacità di **12 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **33 kiloohm** e vorremmo conoscere quale **frequenza** otterremo.

Soluzione = per conoscere il valore della **frequenza** usiamo la formula:

Hertz = 714.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Quindi con i valori prescelti otterremo:

714.000 : (12 x 33) = 1.803 Hertz

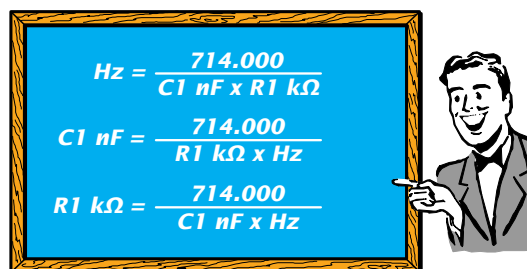
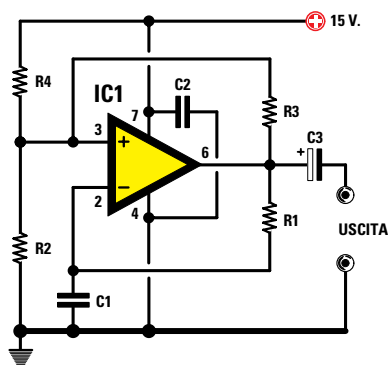
Considerando la **tolleranza** del condensatore e della resistenza in pratica otterremo una **frequenza** compresa tra **1.700-1.900 Hz**.

R2-R3-R4 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C3 = 10 microF elettrolitico

Fig.184 Per realizzare un oscillatore in grado di generare delle onde Quadre da alimentare con una tensione SINGOLA potremo usare questo schema. Per conoscere il valore della frequenza generata dovremo usare le formule riportate nella lavagna.

GENERATORE di ONDE TRIANGOLARI alimentato da una tensione DUALE

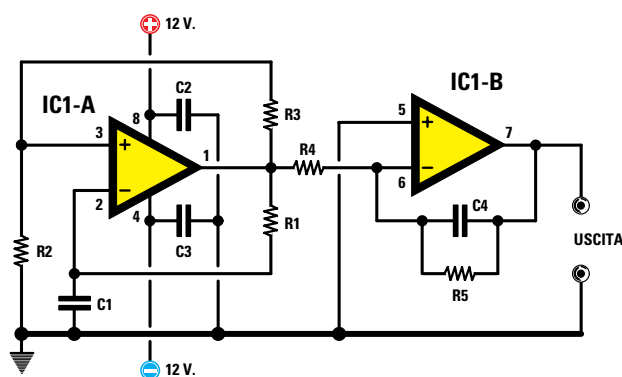
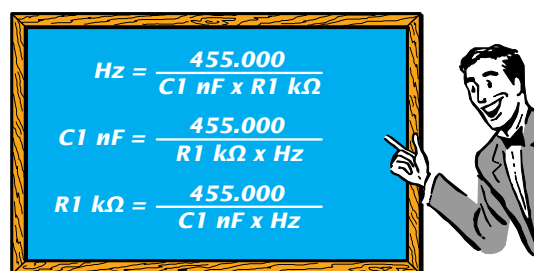



Fig.185 Generatore di onde Triangolari alimentato con una tensione DUALE.

R2-R3 = 100.000 ohm
R4 = valore identico a R1
R5 = maggiore di R1 di 18-22 volte
C2-C3 = 100.000 pF

Per realizzare uno **stadio oscillatore** in grado di generare delle **onde triangolari** sono necessari **due** operazionali collegati come visibile in fig.185.

Il primo operazionale, vedi **IC1/A**, viene utilizzato per generare un'onda quadra ed il secondo operazionale, vedi **IC1/B**, per trasformare quest'onda quadra in una **triangolare**.

Se vogliamo che questo circuito funzioni dovremo rispettare queste condizioni:

– Il valore del condensatore **C1** deve essere identico al valore del condensatore **C4**.
– Il valore della resistenza **R1** deve essere identico al valore della resistenza **R4**.
– Il valore della resistenza **R5** deve essere maggiore di **R1** da **18** a **22 volte**.

Per conoscere il valore della **frequenza** in **Hertz** generata usiamo questa formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Per calcolare il valore della **resistenza** in **kiloohm** conoscendo il valore della **frequenza** e quello del condensatore in **nanofarad** usiamo la formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Per calcolare il valore della **capacità** in **nanofarad** conoscendo il valore della **frequenza** e quello della resistenza in **kiloohm** usiamo la formula:

C1 nanoF = 455.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

ESEMPIO di CALCOLO

Volendo realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **300 Hz** utilizzando per **C1** un condensatore da **100 nanofarad**, vorremmo conoscere quale valore utilizzare per **R1-R4-R5**.

Soluzione = come prima operazione ricaviamo il valore della resistenza **R1** con la formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

455.000 : (100 x 300) = 15,16 kiloohm

Poiché **15,16 kiloohm** non è un valore standard possiamo tranquillamente utilizzare una resistenza da **15 kiloohm** pari a **15.000 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per la resistenza **R4** usiamo lo stesso valore di **R1**, cioè **15 kiloohm**, mentre per la resistenza **R5**,che deve risultare maggiore da **18** a **22 volte**, calcoliamo il valore **standard** più prossimo:

15 x 18 = 270 kiloohm
15 x 22 = 330 kiloohm

Possiamo dunque indifferentemente utilizzare una resistenza da **270 kiloohm** pari a **270.000 ohm** oppure di **330 kiloohm** pari a **330.000 ohm**.

Poiché il valore di **C4** deve risultare identico al valore di **C1** anche per questo condensatore usiamo una capacità di **100 nanofarad**.

CALCOLARE il valore della FREQUENZA

Vogliamo realizzare uno stadio oscillatore utilizzando per **C1** una capacità di **33 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **12 kiloohm** e vorremmo conoscere quale **frequenza** otterremo.

Soluzione = per conoscere il valore della **frequenza** usiamo la formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Quindi otterremo una frequenza molto prossima a:

455.000 : (33 x 12) = 1.148 Hertz

Per **R4** usiamo una resistenza da **12 kiloohm** mentre per la resistenza **R5**, che deve risultare maggiore al valore di **R1** da **18** a **22 volte**, controlliamo quale valore **standard** riusciamo ad ottenere:

12 x 18 = 216 kiloohm
12 x 19 = 228 kiloohm
12 x 20 = 240 kiloohm
12 x 21 = 252 kiloohm
12 x 22 = 264 kiloohm

I valori **standard** più vicini sono **220 kiloohm** pari a **220.000 ohm** o **270 kiloohm** pari a **270.000 ohm**, quindi potremo usare uno di questi valori.

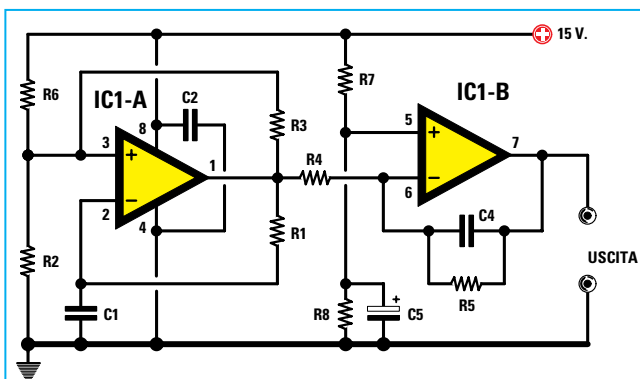
GENERATORE di ONDE TRIANGOLARI alimentato da una tensione SINGOLA

R2-R3-R6 = 100.000 ohm
R4 = valore identico a R1
R5 = maggiore di R1 di 18-22 volte
R7-R8 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C4 = valore identico a C1
C5 = 10 microfarad elettrolitico

Fig.186 Schema di un Generatore di onde Triangolari idoneo per essere alimentato con una tensione SINGOLA. I partitori resistivi R6-R2 e R7-R8 provvedono ad alimentare gli ingressi NON INVERTENTI di IC1/A e IC1/B con una tensione pari alla metà di quella di alimentazione.

NOTA IMPORTANTE: Come già precisato nel testo, le frequenze che otteniamo con le formule riportate per i generatori di onde Sinusoidali - Quadre - Triangolari e a Dente di Sega sono sempre approssimative, perché non va dimenticato che i valori delle capacità dei condensatori ed i valori ohmici delle resistenze hanno delle tolleranze che normalmente si aggirano intorno ad un 5 % in più o in meno del valore dichiarato.

Se vogliamo alimentare questo **stadio oscillatore** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema precedente con quello riportato in fig.186. Anche questo circuito funzionerà solo se rispetteremo queste condizioni:

– Il valore del condensatore **C1** deve essere **identico** al valore del condensatore **C4**.
– Il valore della resistenza **R1** deve essere **identico** al valore della resistenza **R4**.
– Il valore della resistenza **R5** deve essere **maggiore** di **R1** da **18** a **22 volte**.

Per calcolare il valore in **Hertz** della frequenza generata con uno stadio alimentato da una tensione **singola** dovremo usare questa diversa formula:

Hertz = 714.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Per calcolare il valore del **condensatore** in **nanofarad** conoscendo il valore della **frequenza** e della resistenza in **kiloohm** useremo la formula:

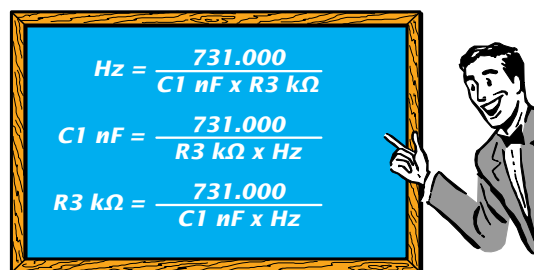
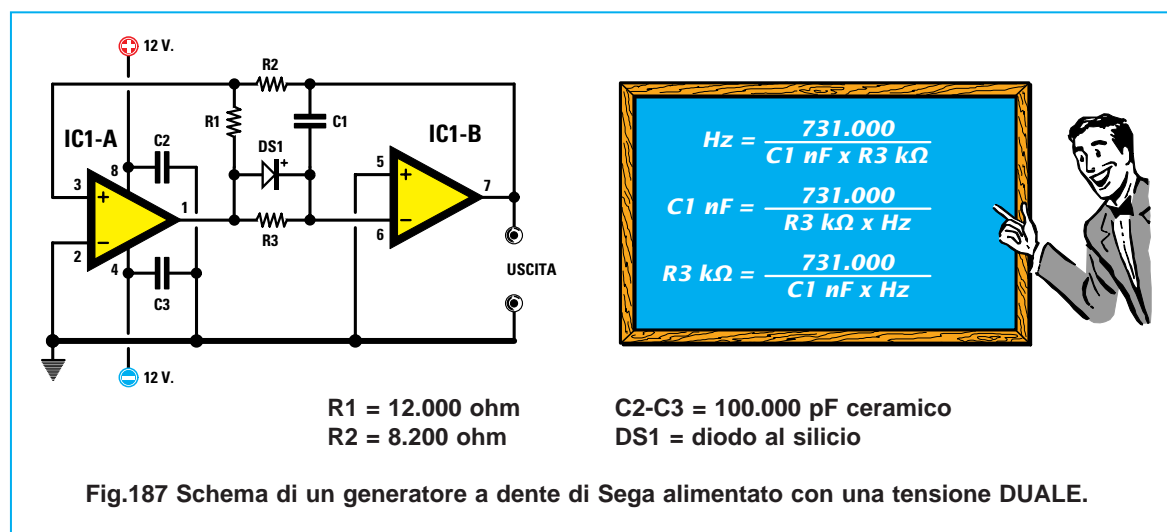
C1 nanoF = 714.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Per calcolare il valore della **resistenza** in **kiloohm** conoscendo il valore della **frequenza** e quello del condensatore in **nanofarad** useremo la formula:

R1 kiloohm = 714.000 : (C1 nanoF x Hertz)

GENERATORE di ONDE a DENTE di SEGA alimentato da una tensione DUALE

R1 = 12.000 ohm
R2 = 8.200 ohm
C2-C3 = 100.000 pF ceramico
DS1 = diodo al silicio

Fig.187 Schema di un generatore a dente di Sega alimentato con una tensione DUALE.

Per realizzare uno **stadio oscillatore** di **onde a dente di sega** ci occorrono **due** operazionali che collegheremo come visibile in fig.187.
Anziché utilizzare due integrati contenenti un solo operazionale, conviene sempre scegliere un integrato che contenga **due** operazionali.

Per conoscere il valore in **Hertz** della frequenza generata potremo usare la formula:

Hertz = 731.000 : (C1 nanoF x R3 kiloohm)

Sapendo che tutti i condensatori e le resistenze hanno sempre delle **tolleranze** il valore della **frequenza** calcolata è **approssimativo**.

Conoscendo la **frequenza** in **Hertz** che desideriamo ottenere ed il valore della resistenza **R3** in **kiloohm** noi potremo ricavare il valore della **capacità C1** in **nanofarad** tramite questa formula:

C1 nanoF = 731.000 : (R3 kiloohm x Hertz)

Conoscendo il valore della **capacità C1** in **nanofarad** potremo ricavare il valore della resistenza **R3** in **kiloohm** tramite questa formula:

R3 kiloohm = 731.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Se in questo circuito rivolgeremo il **catodo** del diodo **DS1** verso l'ingresso dell'operazionale **IC1/B** otterremo delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** rivolto verso **sinistra** (vedi fig.189), mentre se rivolgeremo il **catodo** verso l'uscita di **IC1/A** otterremo delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** rivolto verso **destra** (vedi fig.190).

GENERATORE di ONDE a DENTE di SEGA alimentato da una tensione SINGOLA

Se vogliamo alimentare lo stadio oscillatore a **denti** di **sega** riportato in fig.187 con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.188.
Come potete notare, il piedino d'ingresso **invertente** di **IC1/A** non è più collegato a massa, ma sulla giunzione delle due resistenze **R5-R4** così da alimentare questo ingresso con una tensione che risulti pari alla **metà** di quella di alimentazione.
Anche l'ingresso **non invertente** di **IC1/B**, che nello schema di fig.188 risultava collegato a massa, in questo schema è collegato sulla giunzione delle due resistenze **R6-R7** per alimentare anche questo ingresso con una tensione che risulti pari alla **metà** di quella di alimentazione.

Per dimezzare questa tensione è necessario usare due **identici** valori ohmici, quindi consigliamo di utilizzare sia per **R5-R4** sia per **R6-R7** delle resistenze da **10.000 ohm**.

Anche in questo circuito se rivolgiamo il **catodo** del diodo **DS1** verso l'ingresso dell'operazionale **IC1/B** otterremo in uscita delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** verso **sinistra** (vedi fig.189).
Se rivolgiamo il **catodo** di **DS1** verso l'uscita di **IC1/A** (vedi fig.190), otterremo delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** verso **destra**.
Per calcolare il valore della resistenza **R1** e del condensatore **C1** possiamo usare le stesse formule usate per l'alimentazione **duale**.

R1 = 12.000 ohm
R2 = 8.200 ohm
R4-R5-R6-R7 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C3-C4 = 10 microF elettrolitico
DS1 = diodo al silicio

Fig.188 Per alimentare il generatore di onde a dente di sega con una tensione SINGOLA, dovremo aggiungere allo schema di fig.187 quattro resistenze e due elettrolitici.

+ 15 V.
0 V.
DS1
R3

Fig.189 Se negli schemi di figg.187-188 rivolgeremo il catodo del diodo DS1 verso IC1/B, in uscita otterremo un'onda triangolare con il lato inclinato rivolto verso sinistra.

Fig.190 Se rivolgiamo il catodo del diodo DS1 verso IC1/A, in uscita otterremo un'onda triangolare rovesciata, cioè con il lato inclinato rivolto verso destra.

RADDRIZZATORI di SEGNALI ALTERNATI

Per ricavare da una tensione **alternata** una tensione **continua** si usa normalmente un **diodo** al **silicio** oppure un **ponte raddrizzatore** composto da **4 diodi**, se si devono raddrizzare le **due** semionde.

Come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.8** un **diodo** al **silicio** inizia a raddrizzare una tensione alternata solo quando questa supera i **0,7 volt**.
Una caduta di **0,7 volt** in uno stadio di alimentazione non crea nessun inconveniente in quanto la tensione **continua** che otterremo è sempre maggiore dei **volt efficaci** applicati sull'ingresso.

Quando occorre raddrizzare delle tensioni o dei segnali **BF** di pochi **millivolt** non è possibile utilizzare un **diodo** perché in uscita **non** otterremo nessuna tensione continua.

Un circuito in grado di raddrizzare tensioni o segnali di **BF** di pochi **millivolt** e con una elevata **precisione** si può realizzare con un operazionale.

RADDRIZZATORE IDEALE alimentato da una tensione DUALE

In fig.191 riportiamo lo schema di un raddrizzatore **ideale** che raddrizza le sole **semionde positive**.
Come potete notare, la tensione da raddrizzare viene applicata sull'ingresso **non invertente +**.

Quando sull'ingresso **non** risulta applicato nessun segnale, sull'uscita ritroviamo una tensione di **0 volt** mentre in presenza di un segnale alternato sul piedino d'uscita ritroviamo le sole **semionde positive** la cui ampiezza risulterà pari ai **volt** di **picco**.

Quindi se sull'ingresso giunge una tensione alternata di **0,005 volt di picco** sull'uscita ritroviamo una tensione continua **positiva** di **0,005 volt**.

Un altro **raddrizzare ideale** che raddrizza le sole **semionde positive** è quello di fig.192 che, a differenza del primo, utilizza **due** diodi raddrizzatori.

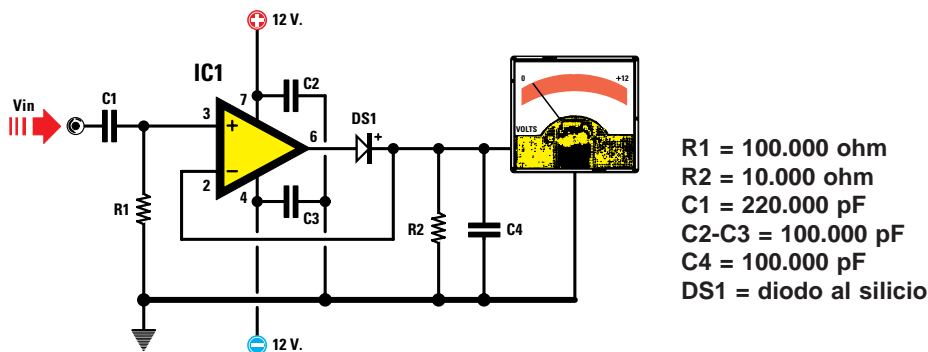



Fig.191 Schema di un raddrizzatore ideale da alimentare con una tensione DUALE.

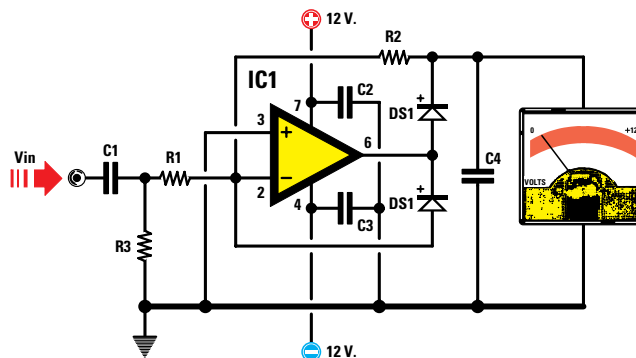



Fig.192 Utilizzando due diodi collegati come visibile in figura potremo amplificare la tensione raddrizzata modificando i valori delle due resistenze R1-R2.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

In questo secondo circuito il segnale raddrizzato può essere **amplificato** se il valore della resistenza **R2** risulta **maggiore** del valore della **R1**.

Infatti il **guadagno** di questo stadio si calcola con:

Guadagno = R2 : R1

quindi se non vogliamo amplificare il guadagno dovremo usare per **R2-R1** due **identici** valori ohmici.

Se nei circuiti visibili nelle figg.191-192 invertiamo la **polarità** dei diodi, anziché raddrizzare le semionde **positive** raddrizzeremo quelle **negative**.

RADDRIZZATORE IDEALE alimentato da una tensione SINGOLA

In fig.193 lo schema di un raddrizzatore **ideale** che raddrizza le sole **semionde positive**.
Anche in questo circuito la tensione da raddrizzare viene sempre applicata sull'ingresso **non invertente**, ma come potete notare questo ingresso viene polarizzato con una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione tramite le resistenze **R1-R2** da **10.000 ohm**.
Quindi se l'operazionale viene alimentato con una tensione di **12 volt**, sull'ingresso **non invertente** ritroviamo una tensione di **6 volt**.
Se l'operazionale viene alimentato con una tensione di **15 volt**, sull'ingresso **invertente** ritroviamo una tensione di **7,5 volt**.

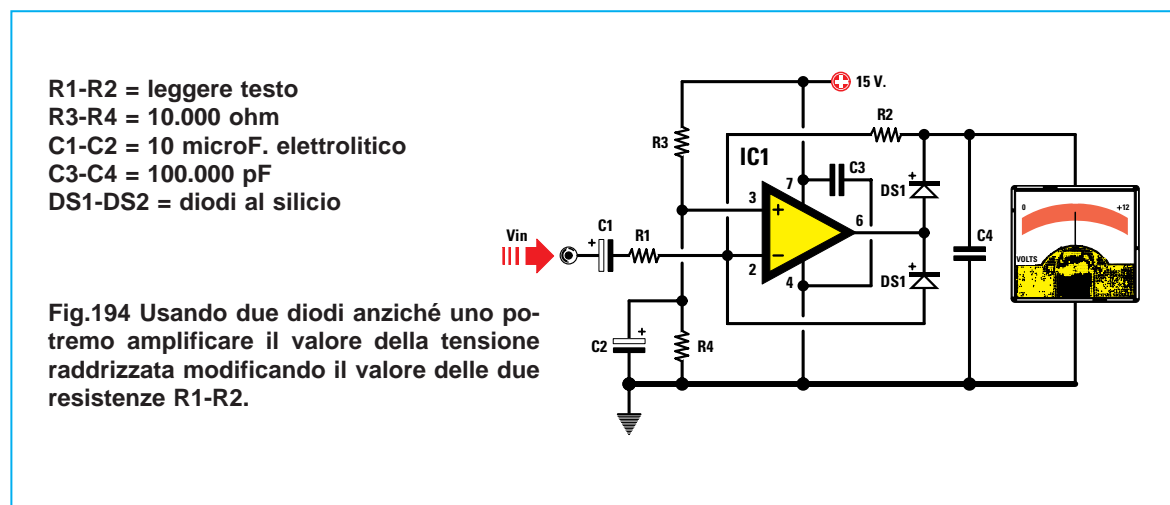
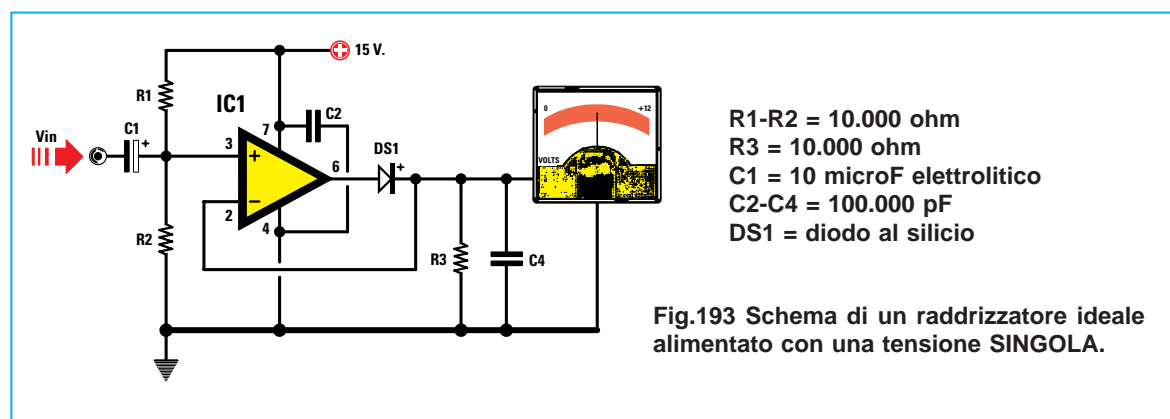
Alimentando il raddrizzatore con una tensione **singola**, quando sull'ingresso **non** risulta applicato nessun segnale in uscita **non** ritroviamo una tensione di **0 volt**, ma una tensione **positiva** pari alla **metà** di quella di alimentazione.
In presenza di un segnale alternato sul piedino d'uscita ritroviamo le **semionde positive** la cui ampiezza risulterà pari alla **metà** dei volt di alimentazione più i **volt raddrizzati**.

Quindi se alimentiamo il circuito con una tensione singola di **15 volt** e sull'ingresso applichiamo un segnale alternato di **0,005 volt picco/picco**, sulla sua uscita ritroviamo una tensione continua **positiva** di **7,5 volt** più i **0,005 volt** raddrizzati.

R1-R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm
C1 = 10 microF elettrolitico
C2-C4 = 100.000 pF
DS1 = diodo al silicio

Fig.193 Schema di un raddrizzatore ideale alimentato con una tensione SINGOLA.

R1-R2 = leggere testo
R3-R4 = 10.000 ohm
C1-C2 = 10 microF. elettrolitico
C3-C4 = 100.000 pF
DS1-DS2 = diodi al silicio

Fig.194 Usando due diodi anziché uno potremo amplificare il valore della tensione raddrizzata modificando il valore delle due resistenze R1-R2.

INTERRUTTORE CREPUSCOLARE

Ora che sapete "quasi tutto" sugli amplificatori operazionali, vi dimostreremo come si possa realizzare un **interruttore crepuscolare** che provveda ad eccitare o a diseccitare un **relè** al variare della luminosità che colpisce una **fotoresistenza**.

Leggendo la descrizione dello schema elettrico e delle sue funzioni, comprenderete come utilizzare in pratica un **generatore** di **corrente costante**, un **trigger** di **Schmitt** e una **fotoresistenza**.

Questo circuito può essere utilizzato per accendere in modo automatico le **lampade** di un viale, di un condominio oppure del proprio giardino al sopraggiungere della sera e per spegnerle al mattino.

SCHEMA ELETTRICO

Nello schema elettrico riportato in fig.195, il primo operazionale **IC1/A** e il transistor **TR1** vengono utilizzati per ottenere un **generatore** di **corrente costante**, in grado di fornire in uscita una corrente di **0,002 amper** pari a **2 milliamper**.

Per conoscere il valore della tensione **Vin** da applicare sull'ingresso **non invertente**, utilizzando per **R1** una resistenza da **2.200 ohm** e per **R2** una resistenza da **10.000 ohm**, dovremo usare la seguente formula:

Vin = [Vcc : (R1 + R2)] x R2

Alimentando il circuito con una **Vcc** di **12 volt**, il valore della tensione **Vin** risulterà pari a:

[12 : (2.200 + 10.000)] x 10.000 = 9,836 volt

Conoscendo il valore della resistenza **R3** applicata sull'**E**mettitore del transistor **TR1**, pari a **1.000 ohm**, potremo conoscere quale **corrente** erogherà questo **generatore** utilizzando la formula:

amper = (Vcc – Vin) : R3

Vcc = **volt** di alimentazione dell'operazionale;
Vin = **volt** applicati sull'ingresso **non invertente**;
R3 = valore in **ohm** della resistenza di **E**mettitore.

quindi avremo:

(12 – 9,836) : 1.000 = 0,0021 amper

corrispondenti a **2,1 milliamper**.
Questa **corrente** verrà applicata alla resistenza **R4** da **4.700 ohm** e alla **fotoresistenza** siglata **FR1**.
Quando la **fotoresistenza** è al **buio**, presenta la sua **massima** resistenza che si aggira intorno a **1.000.000 ohm** (**1 megaohm**), quindi il valore del **parallelo FR1+R4** risulta pari a:

ohm del parallelo = (FR1 x R4) : (FR1 + R4)

Eseguendo questa operazione otteniamo il valore di **4.678 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

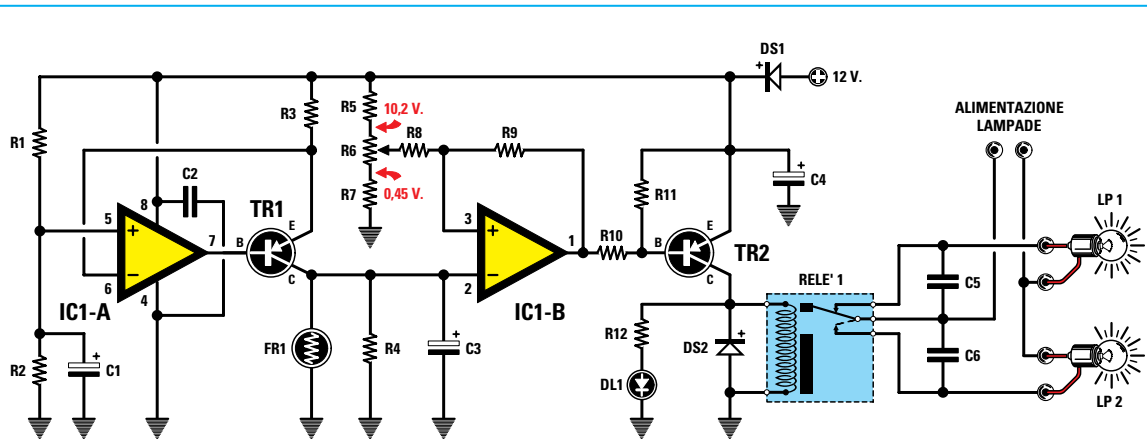



Fig.195 Schema elettrico dell'interruttore crepuscolare. La lampada LP1 si accende quando il relè risulta diseccitato e si spegne a relè eccitato, mentre la lampada LP2 si accende quando il relè risulta eccitato e si spegne a relè diseccitato.

ELENCO COMPONENTI LX.5034

R1 = 2.200 ohm		C6 = 10.000 pF poliestere
R2 = 10.000 ohm	R10 = 5.600 ohm	DS1 = diodo tipo 1N.4007
R3 = 1.000 ohm	R11 = 10.000 ohm	DS2 = diodo tipo 1N.4007
R4 = 4.700 ohm	R12 = 1.000 ohm	DL1 = diodo led
R5 = 1.800 ohm	C1 = 10 microF. elettrolitico	TR1 = PNP tipo BC.328
R6 = 10.000 ohm trimmer	C2 = 100.000 pF poliestere	TR2 = PNP tipo BC.328
R7 = 470 ohm	C3 = 10 microF. elettrolitico	IC1 = integrato tipo LM.358
R8 = 10.000 ohm	C4 = 100 microF. elettrolitico	RELÈ1 = relè 12 volt
R9 = 1 megaohm	C5 = 10.000 pF poliestere	FR1 = fotoresistenza

Se la **fotoresistenza** viene illuminata da una **luce media**, la sua resistenza ohmica scende su un valore di circa **50.000 ohm**, quindi il valore ohmico del **parallelo FR1+R4** si aggira sui **4.296 ohm**.

Se la **fotoresistenza** viene illuminata da una **luce intensa**, il suo valore ohmico scende su un valore di circa **100 ohm**; pertanto il valore ohmico del **parallelo FR1+R4** si aggira intorno ai **98 ohm**.

Proviamo ora a calcolare quale tensione è presente ai capi del **parallelo FR1-R4** con i tre valori sopra calcolati, cioè **4.678 - 4.296 - 98 ohm**, utilizzando la formula:

volt = ohm x amper

Poichè il **generatore** di **corrente costante** eroga una **corrente** di **0,0021 amper**, otteniamo queste tensioni:

FR1 al buio = 4.678 x 0,0021 = 9,82 volt
FR1 a media luce = 4.296 x 0,0021 = 9,02 volt
FR1 a max luce = 98 x 0,0021 = 0,2 volt

Per **eccitare** un **relè** quando la **luce** si **abbassa** e **diseccitarlo** quando la luce **aumenta**, dobbiamo usare un secondo operazionale che funzioni da **trigger** di **Schmitt** con soglia **regolabile**.

Questo secondo operazionale, siglato **IC1/B**, è presente all'interno dell'integrato **LM.358** (fig.198).

Come appare evidenziato nello schema elettrico, la tensione presente ai capi di **FR1+R4** viene applicata sull'ingresso **invertente** di **IC1/B**, mentre sull'opposto ingresso **non invertente** viene applicata la tensione prelevata dal cursore del trimmer **R6**.

Ruotando il cursore del potenziometro verso la resistenza **R5**, invieremo sull'ingresso **non invertente** una tensione di circa **10,2 volt**.

Ruotando il cursore del potenziometro verso la resistenza **R7**, invieremo sull'ingresso **non invertente** una tensione di circa **0,45 volt**.

Come vi abbiamo spiegato nel capitolo dedicato al

Fig.196 Ecco come si presenterà la basetta una volta completato il montaggio.

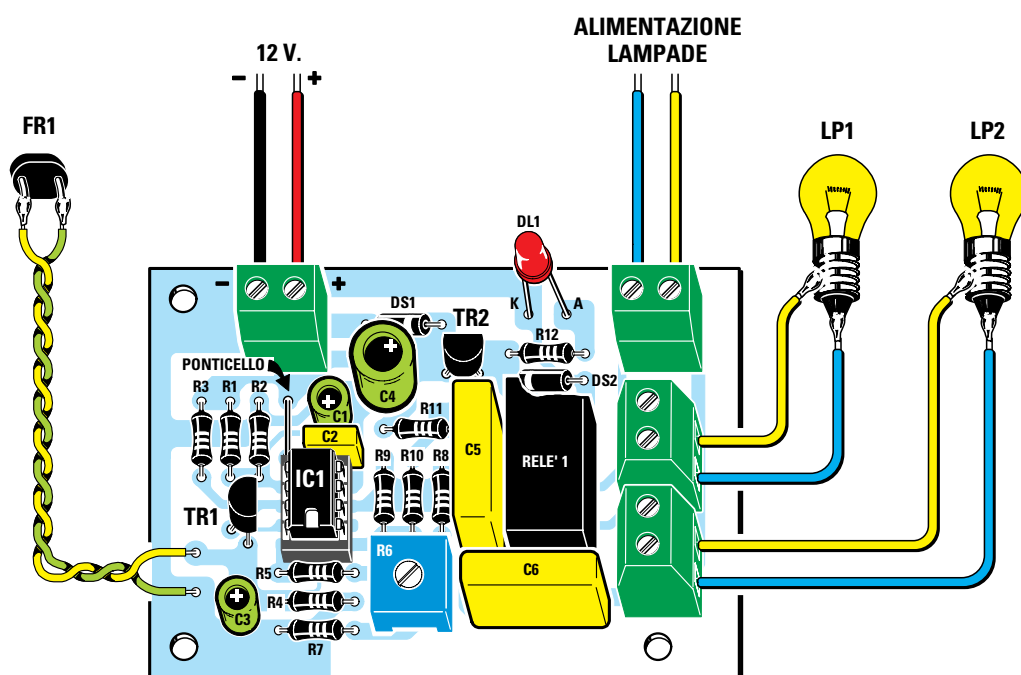
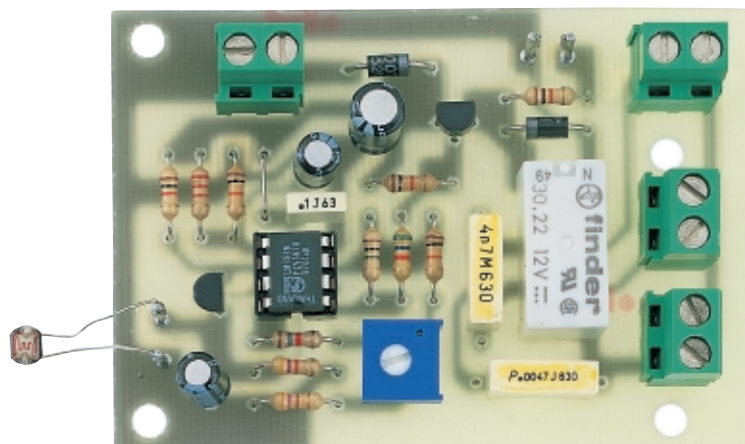



Fig.197 Schema pratico di montaggio dell'interruttore crepuscolare. Non dimenticatevi di inserire nei due fori posti in prossimità della resistenza R2 uno spezzone di filo di rame nudo, che potete recuperare dopo aver accorciato i terminali di una resistenza.

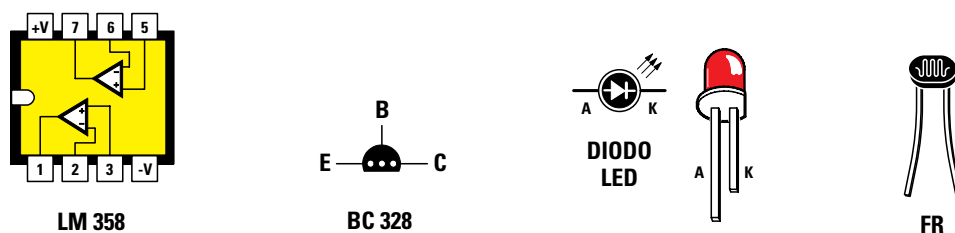



Fig.198 Connessioni del doppio operazionale LM.358 viste da sopra con la tacca di riferimento rivolta a sinistra. Le connessioni del transistor BC.328 sono viste da sotto. Nel caso del diodo led ricordate che il terminale più lungo è l'Anodo e il più corto il Catodo.

trigger di **Schmitt**, sul piedino d'**uscita** di questo operazionale possono essere presenti due diverse tensioni:

0 volt = quando la tensione sull'ingresso **invertente** è **maggiore** di quella presente sull'ingresso **non invertente**. Ricordate che **0 volt** significa piedino d'**uscita** cortocircuitato a **massa**.

12 volt = quando la tensione sull'ingresso **invertente** è **minore** di quella presente sull'ingresso **non invertente**. In pratica, otterremo una tensione **positiva** di soli **11 volt**.

Ora ricordiamo come varia la **tensione** ai capi della **FR1+R4** al variare della **luce**:

- quando la luce **aumenta**, si **abbassa** la tensione sull'ingresso **invertente**;

- quando la luce si **abbassa**, **aumenta** la tensione sull'ingresso **invertente**.

Ammettiamo che la **fotoresistenza** riceva una luce in grado di ottenere ai capi di **FR1+R4** una tensione di **6 volt** e di regolare il potenziometro **R6** in modo da far giungere sull'ingresso **non invertente** una tensione di **6,5 volt**.

Poichè la tensione che entra nell'ingresso **invertente** è **minore** di quella presente sull'ingresso **non invertente** (**6 volt** contro **6,5 volt**), sul piedino d'**uscita** sarà presente una tensione **positiva** di circa **11 volt**.

Se la luce che colpisce la fotoresistenza **diminuisce** d'intensità, la tensione ai capi di **FR1+R4** sale da **6 volt** oltre i **7 volt**.

Poichè la tensione che entra nell'ingresso **invertente** è **maggiore** di quella presente sull'ingresso **non invertente** (**7 volt** contro **6,5 volt**), sul piedino d'**uscita** sarà presente una tensione di **0 volt**.

Come già abbiamo accennato, quando sul piedino d'**uscita** dell'operazionale **IC1/B** è presente una tensione di **0 volt**, tale piedino deve essere considerato cortocircuitato a **massa** e poichè a questa uscita è collegata la resistenza **R10**, questa polarizzerà la **B**ase del transistor **PNP** siglato **TR2**; quest'ultimo, iniziando a condurre, farà **eccitare** il relè collegato al **C**ollettore.

Quando sul piedino d'**uscita** dell'operazionale **IC1/B** è presente una tensione positiva di **11 volt** il transistor **TR1**, essendo un **PNP**, non si porterà in conduzione, quindi il **relè** rimarrà **diseccitato**.

Per far funzionare questo **interruttore crepuscolare** è necessario ruotare il trimmer **R6** fino a far **diseccitare** il relè in presenza di una **luce**.

Se l'intensità della luce **diminuisce**, il relè si **eccita** immediatamente e quindi i suoi contatti possono essere usati come **interruttore** per accendere delle lampade esterne.

Quando la luce **aumenta**, automaticamente il relè si **diseccita** spegnendo le lampade.

Il trimmer **R6**, regolando la tensione che giunge sull'ingresso **non invertente**, permette di determinare in corrispondenza di quale **livello** di luminosità vogliamo che il relè si **ecciti**.

Per alimentare questo circuito occorre una tensione di **12 volt**, che possiamo prelevare da un qualsiasi alimentatore.
Il diodo **DS1** collegato in serie al filo **positivo** dei **12 volt** è una **protezione**, che abbiamo inserito onde evitare di bruciare l'integrato e il transistor nel caso invertissimo i due fili **+/–** di alimentazione.
Il diodo led **DL1**, collegato in parallelo alla bobina del relè, indica con la sua accensione quando questo risulta **eccitato**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Una volta in possesso del kit siglato **LX.5034** potete iniziare a montare sul circuito stampato tutti i componenti seguendo lo schema pratico di fig.197.

Vi suggeriamo di inserire nei due fori posti vicino alla resistenza **R2** uno spezzone di filo di rame **nudo**, necessario per formare un **ponticello** con le sottostanti piste in rame.
Senza questo **ponticello** il circuito **non** funzionerà.

Completata questa operazione, inserite lo **zoccolo** per l'integrato **IC1** e, dal lato opposto, saldate i terminali sulle piste in rame del circuito stampato.

Proseguendo nel montaggio, saldate tutte le **resistenze** verificando con attenzione il codice delle **fasce** colorate.
Dopo le resistenze inserite il **trimmer R6**, poi il diodo **DS1** rivolgendo il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca** verso destra, infine il diodo **DS2** rivolgendo il lato del suo corpo contornato da una fascia bianca verso **sinistra** (vedi disegno schema pratico di fig.197).

Completata questa operazione, inserite i tre con-

densatori **poliestere**, quindi i tre **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro due terminali.
Se sul corpo dell'elettrolitico non è indicato quale dei due terminali è il **positivo**, ricordate che si tratta sempre di quello **più lungo**.

Dopo questi componenti, potete montare i due transistor, orientando la parte **piatta** del corpo di **TR1** verso lo zoccolo dell'integrato **IC1** e la parte piatta di **TR2** verso l'alto.

Per completare il montaggio inserite il **relè**, le **quattro** morsettiere, il diodo led **DL1** e, nei terminali posti in basso a sinistra, la **fotoresistenza**.

A proposito del diodo led, vi ricordiamo che il terminale **più lungo** va innestato nel foro di destra contrassegnato dalla lettera **A**.

La fotoresistenza può essere collegata al circuito stampato anche con un filo lungo diversi metri.

Completato il montaggio, inserite nel relativo zoccolo l'integrato **LM.358**, orientando verso il basso la sua tacca di riferimento a forma di **U**.

COME COLLAUDARE il PROGETTO

Anche se alle due morsettiere poste sulla destra è possibile collegare delle lampade da **220 volt** ed applicare sulla morsettiera posta in alto, indicata dalla dicitura **alimentazione lampade**, la tensione di rete di **220 volt**, vi consigliamo di utilizzare delle lampade a **bassa tensione** da **12 volt** e di applicare sulla morsettiera una tensione continua o alternata di **12 volt**.

Il motivo di questa scelta è comprensibile, infatti se usate una **tensione bassa** potete tranquillamente toccare con le mani il circuito stampato, mentre se usate una tensione di **220 volt** potrebbe risultare **molto pericoloso** farlo.
Delle due lampade collegate alle morsettiere poste a destra, la **LP1** si **spegne** quando diminuisce la luce che colpisce la **fotoresistenza**, mentre la **LP2** si **accende**.
Per usare questo circuito come **interruttore crepuscolare**, serve la sola lampada **LP2**.

Collocata la lampada **LP2** alquanto distante dalla **fotoresistenza** e, dopo aver applicato sulla morsettiera posta in alto a sinistra la tensione di alimentazione di **12 volt**, provate a coprire la fotoresistenza con una scatola, in modo da **ridurre** la luminosità captata dalla fotoresistenza; in questo modo noterete che, raggiunto un certo valore di oscurità, la lampada **LP2** si accende.

Il trimmer **R6** permette di determinare a quale livello di oscurità il relè si deve **eccitare**.

Ruotando il cursore del trimmer **R6** in senso **orario** il relè si eccita con una **media** oscurità, mentre ruotandolo in senso **antiorario** il relè si eccita solo con il **buio** completo.

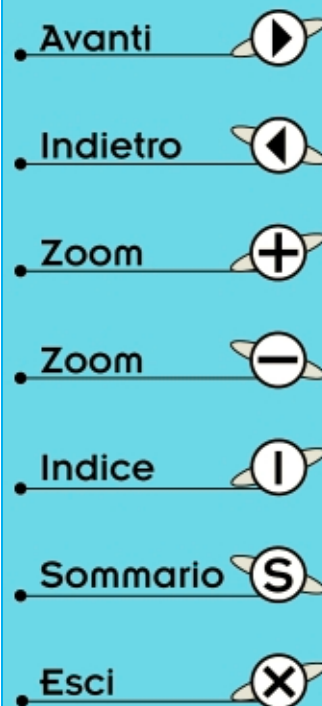
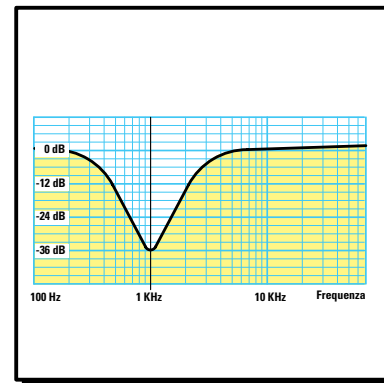
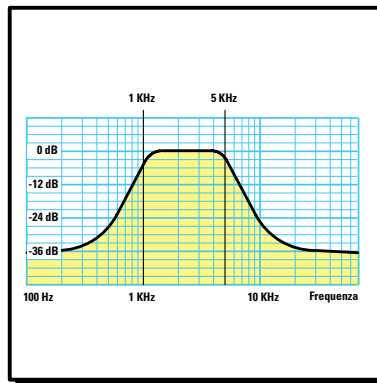
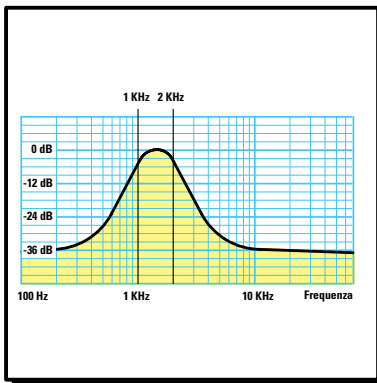
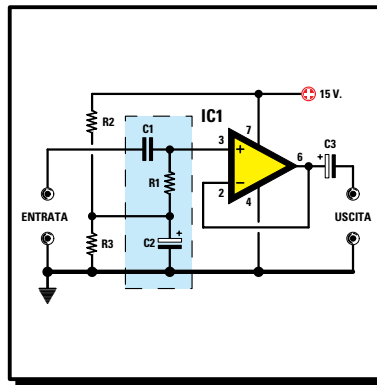
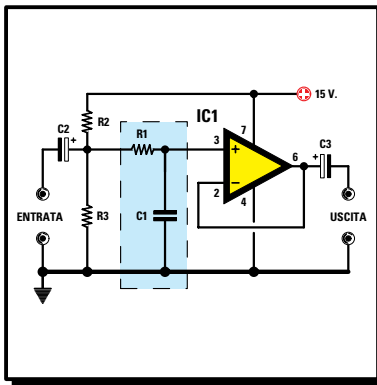
Volendo usare questo circuito come **interruttore crepuscolare**, dovete regolare il cursore del trimmer in modo che il relè si ecciti verso sera con una media oscurità.

Una volta realizzato questo circuito potete eseguire anche piccoli esperimenti, ad esempio appoggiando sulla superficie della fotoresistenza un vetro colorato, come una lente da occhiali da sole, potete regolare il trimmer **R6** fino a far eccitare il relè e constatare che, togliendo il vetro colorato, il relè si diseccita.
E, ancora, potete controllare se una lampada emette più luce rispetto ad un'altra, la trasparenza di un liquido, oppure la quantità di luce riflessa da una superficie se collocate la fotoresistenza all'interno di un tubetto scuro aperto solo ad una estremità.
Sono talmente tanti gli esperimenti che potete effettuare con questo circuito, che di sicuro non vi pentirete di averlo realizzato.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il kit siglato **LX.5034** visibili in fig.197, vale a dire circuito stampato, integrato LM.358 completo di zoccolo, transistor, relè, resistenze, condensatori, diodo led e fotoresistenze, **escluse** ovviamente le due lampade LP1-LP2
Lire 22.000 Euro 11,36

Costo del solo circuito stampato **LX.5034**
Lire 3.900 Euro 2,01

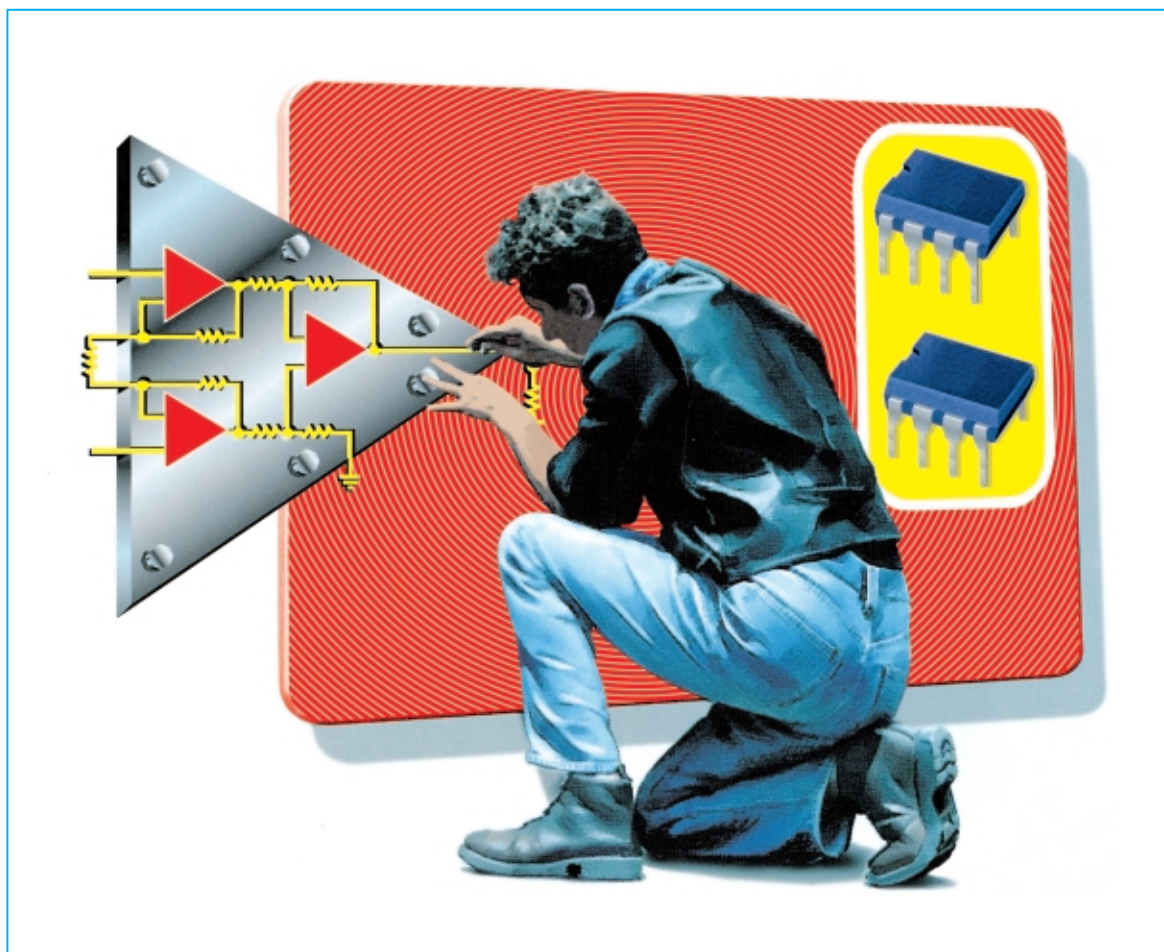
Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

In questa Lezione abbiamo raggruppato tutti gli **schemi** e le **formule** necessari per realizzare degli efficienti filtri **passa-basso**, **passa-alto**, **passa-banda** e **notch** con gli amplificatori operazionali.
Poiché l'**attenuazione** di questi filtri viene espressa in **dB x ottava**, vi spiegheremo cosa significa ciò ed anche di quanto si **riduce** l'ampiezza del segnale applicato sui loro ingressi.

Può darsi che, soprattutto ai principianti, questa Lezione risulti un po' **noiosa**, ma non **sottovalutatela**, perché se un domani vi dovesse capitare di progettare o riparare qualsiasi **filtro** ci darete ragione della sua **utilità** e non rimpiangerete di aver impiegato del tempo per leggerla e capirla.

Se vi è capitato di consultare qualche testo, vi sarete accorti che non viene mai chiaramente precisato se l'alimentazione debba essere **duale** o **singola** e, pur ammettendo che sia sottinteso che debba essere **duale**, nessuno si prende la briga di spiegare quali modifiche occorre apportare ai circuiti per alimentarli con una tensione **singola**. Ancora, per realizzare dei filtri di **ordine superiore** viene spesso consigliato di collegare in **serie** più filtri di **ordine inferiore**, ma nessuno precisa che in casi come questo è assolutamente necessario modificare il **guadagno** di ogni singolo stadio per evitare che il filtro **autooscilli**.
Ebbene, in questa Lezione troverete risposta a tutte queste domande e a molte altre.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

FILTRI PASSA-BASSO PASSA-ALTO PASSA BANDA e NOTCH

I **filtri** vengono principalmente utilizzati per **attenuare** le **frequenze audio**.

A qualcuno questa affermazione potrebbe sembrare un paradosso: perché infatti, **attenuare** le frequenze quando nell'**Hi-Fi** si cerca di amplificarle in modo lineare dai **20 Hz** fino ai **30.000 Hz**?

Proprio nel campo **Hi-Fi** può risultare utile disporre di uno stadio che amplifichi le sole frequenze delle **note basse** per inviarle agli altoparlanti **woofer**, di un secondo stadio che amplifichi le sole frequenze delle **note medie** per inviarle agli altoparlanti **mid-range** e di un terzo stadio che amplifichi le sole frequenze delle **note acute** per inviarle agli altoparlanti **tweeter**.

Nota importante: vi ricordiamo che i **filtri attivi** non vanno applicati tra l'amplificatore e le Casse Acustiche, ma direttamente sull'ingresso dello stadio amplificatore. I **filtri** da applicare tra l'uscita dello stadio amplificatore e le Casse Acustiche sono **filtri passivi** formati da **induttanze** e **capacità** e sono chiamati filtri **crossover** (vedi Lezione N.6).

Ma anche all'infuori dell'alta fedeltà ci sono apparecchiature che senza filtri non funzionerebbero a dovere. Ad esempio i **sismografi**, che, dovendo amplificare le sole frequenze **subsoniche**, hanno bisogno di stadi che eliminino tutte le frequenze **audio** per evitare che disturbino.

Lo stesso se passiamo agli **antifurti ultrasonici**, che dovendo amplificare le sole frequenze **ultracustiche**, devono disporre di filtri che **eliminino** tutte le frequenze che potrebbero farli **innescare**.

Vi sono inoltre **telecomandi** che **eccitano** un relè solo quando gli si invia una precisa frequenza e lo **diseccitano** con una frequenza differente.

Insomma, se non avessimo questi **filtri** molte apparecchiature elettroniche anche di uso comune **non** potrebbero funzionare.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

ATTENUAZIONE dB per OTTAVA

Di qualsiasi **filtro** si stia parlando, l'attenuazione viene sempre specificata con un **numero** seguito dalla dicitura **dB x ottava**.

6 dB x ottava (è un filtro di **1° ordine**)
12 dB x ottava (è un filtro di **2° ordine**)
18 dB x ottava (è un filtro di **3° ordine**)
24 dB x ottava (è un filtro di **4° ordine**)
30 dB x ottava (è un filtro di **5° ordine**)
36 dB x ottava (è un filtro di **6° ordine**)
42 dB x ottava (è un filtro di **7° ordine**)

Confrontando questi dati un principiante può solo intuire che un filtro di **2° ordine**, che attenua di **12 dB**, è più efficiente di un filtro di **1° ordine**, che attenua di **6 dB**, e meno efficiente di un filtro di **3° ordine**, che attenua di **18 dB**, ma non può certo sapere di quante **volte** verrà **attenuato** un segnale applicato sull'ingresso del filtro.
Per aiutarvi nella **Tabella N.5** abbiamo riportato il valore con cui bisogna **dividere** la **tensione** applicata sull'**ingresso** per conoscere l'ampiezza del segnale che preleveremo sulla sua uscita.

TABELLA N.5

valore in dB	attenuazione sul valore di tensione
3 dB	volt : 1,41
6 dB	volt : 1,99
12 dB	volt : 3,98
18 dB	volt : 7,94
24 dB	volt : 15,85
30 dB	volt : 31,62
36 dB	volt : 63,10

Nella Tabella abbiamo inserito anche **3 dB** perché tutti i filtri **attenuano** la frequenza di **taglio** di **3 dB**.

COSA significa OTTAVA

Con il termine **ottava** si definiscono le frequenze **multiple** e **sottomultiple** della frequenza di riferimento utilizzate per il **calcolo** del filtro.

Le frequenze **multiple** o **ottave superiori** vanno **moltiplicate** per **2-4-8-16-32** ecc.
Le frequenze **sottomultiple** o **ottave inferiori** vanno **divise** per **2-4-8-16-32** ecc.

Le **ottave superiori** relative ad una frequenza di **1.000 Hz** sono:

1° ottava superiore = 1.000 x 2 = 2.000 Hz
2° ottava superiore = 1.000 x 4 = 4.000 Hz
3° ottava superiore = 1.000 x 8 = 8.000 Hz
4° ottava superiore = 1.000 x 16 = 16.000 Hz

Le **ottave inferiori** relative sempre ad una frequenza di **1.000 Hz** sono:

1° ottava inferiore = 1.000 : 2 = 500 Hz
2° ottava inferiore = 1.000 : 4 = 250 Hz
3° ottava inferiore = 1.000 : 8 = 125 Hz
4° ottava inferiore = 1.000 : 16 = 62,5 Hz

Un **filtro passa-basso** da **12 dB x ottava** calcolato sui **1.000 Hz attenuerà** i **1.000 Hz** di **1,41 volte** e tutte le **ottave superiori** di **3,98 volte**.
Quindi se sull'ingresso del filtro applichiamo un segnale di **6,50 volt**, sulla sua uscita preleveremo i **1.000 Hz** e le **ottave superiori** con questi valori di tensione:

1.000 Hz 6,50 : 1,41 = 4,60 volt
2.000 Hz 4,60 : 3,98 = 1,15 volt
4.000 Hz 1,15 : 3,98 = 0,29 volt
8.000 Hz 0,29 : 3,98 = 0,07 volt
16.000 Hz 0,07 : 3,98 = 0,01 volt

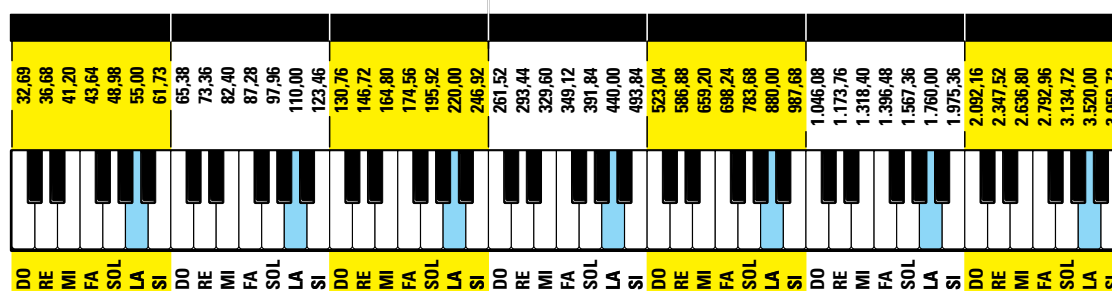
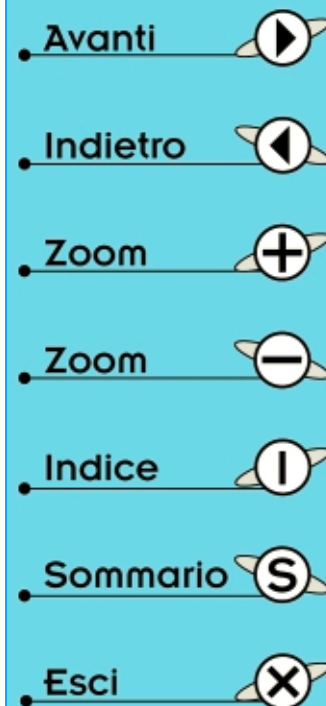



Fig.199 Per valutare i dB di attenuazione si prendono come riferimento le "ottave", cioè i multipli e i sottomultipli della frequenza base. Se consideriamo la frequenza di 440 Hz della nota LA, le ottave superiori sono delle note LA con frequenze di 880-1.760-3.520 Hz, mentre le ottave inferiori sono delle note LA con frequenze di 220-110-55 Hz.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Un **filtro passa-alto** da **12 dB x ottava**, sempre calcolato sui **1.000 Hz**, **attenuerà** i **1.000 Hz** di **1,41 volte** e tutte le **ottave inferiori** di **3,98 volte**.
Se quindi sull'ingresso del filtro applichiamo un segnale di **6,50 volt**, sulla sua uscita preleveremo i **1.000 Hz** e le **ottave inferiori** con questi valori di tensione:

1.000 Hz	**6,50 : 1,41 = 4,60 volt**
500 Hz	**4,60 : 3,98 = 1,15 volt**
250 Hz	**1,15 : 3,98 = 0,29 volt**
125 Hz	**0,29 : 3,98 = 0,07 volt**
62,5 Hz	**0,07 : 3,98 = 0,01 volt**

Se il **filtro** fosse del **3° ordine**, che **attenua** di **18 dB x ottava**, noi preleveremmo sulla sua uscita un segnale **inferiore**, perché dovremmo **dividere** ogni **ottava inferiore** per **7,94 volte**.

FILTRO PASSA-BASSO

Si chiama **passa-basso** quel filtro che lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **inferiori** a quella per cui è stato calcolato ed **attenua** tutte le frequenze **superiori**.
La frequenza scelta per il calcolo del filtro si chiama **frequenza di taglio** ed è partendo da questo valore che il filtro inizia ad **attenuare** tutte le **ottave superiori**.

In fig.200 riportiamo il grafico di un filtro **passa-basso** da **12 dB x ottava** con una **frequenza** di **taglio** calcolata sui **1.000 Hz**.
Come potete notare, tutte le frequenze **inferiori** a **1.000 Hz** passano senza **nessuna** attenuazione, mentre le **ottave superiori** subiscono una **attenuazione** di **12 dB** per ogni **ottava**.

FILTRO PASSA-ALTO

Si chiama **passa-alto** quel filtro che lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **superiori** a quella per cui è stato calcolato ed **attenua** tutte le frequenze **inferiori**.
La frequenza scelta per il calcolo del filtro si chiama **frequenza di taglio** ed è partendo da questo valore che il filtro inizia ad **attenuare** tutte le **ottave inferiori**.

In fig.201 riportiamo il grafico di un filtro **passa-alto** da **12 dB x ottava** con una **frequenza** di **taglio** calcolata sui **1.000 Hz**.
Come potete notare, tutte le frequenze **superiori** a **1.000 Hz** passano senza **nessuna** attenuazione, mentre le **ottave inferiori** subiscono una **attenuazione** di **12 dB** per ogni **ottava**.

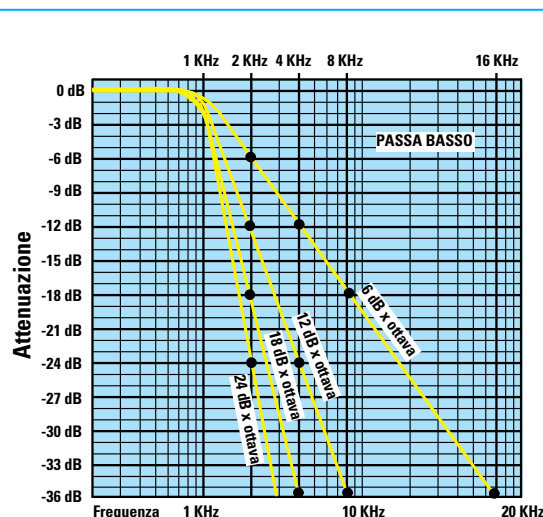



Fig.200 Un filtro passa-basso con una frequenza di taglio a 1.000 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava attenua di 6 dB la frequenza di 2 KHz, di 12 dB la frequenza di 4 KHz e di 18 dB gli 8 KHz.
Un filtro passa-basso con una attenuazione di 12 dB per ottava attenua di 12 dB la frequenza di 2 KHz, di 24 dB la frequenza di 4 KHz e di 36 dB gli 8 KHz.

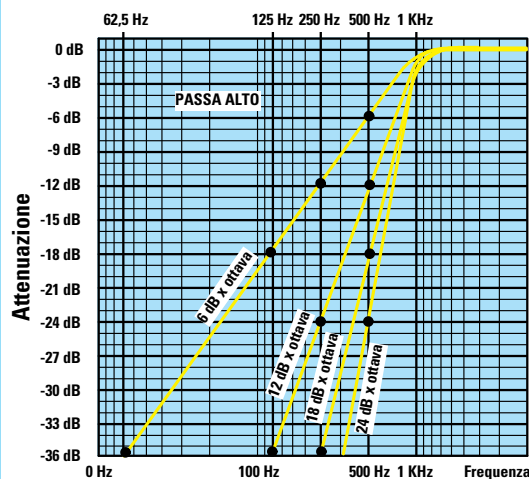



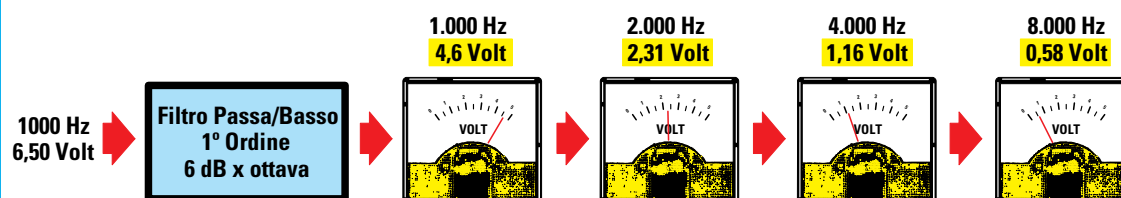
Fig.201 Un filtro passa-alto con una frequenza di taglio a 1.000 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava attenua di 6 dB la frequenza di 500 Hz, di 12 dB la frequenza di 250 Hz e di 18 dB i 125 Hz.
Un filtro passa-alto con una attenuazione di 12 dB per ottava attenua di 12 dB la frequenza di 500 Hz, di 24 dB la frequenza di 250 Hz e di 36 dB i 125 Hz.

FILTRI PASSA-BASSO

Fig.202 Se sull'ingresso di un filtro passa-basso da 6 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 2.000 Hz con un'ampiezza di 2,31 volt, la 2° ottava di 4.000 Hz con un'ampiezza di 1,16 volt e la 3° ottava di 8.000 Hz con un'ampiezza di 0,58 volt.

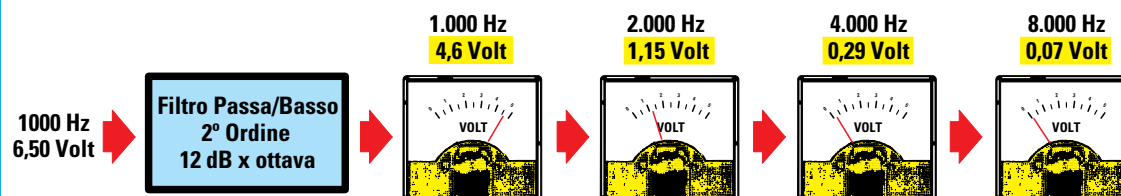



Fig.203 Se sull'ingresso di un filtro passa-basso da 12 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 2.000 Hz con un'ampiezza di 1,15 volt, la 2° ottava di 4.000 Hz con un'ampiezza di 0,29 volt e la 3° ottava di 8.000 Hz con un'ampiezza di 0,07 volt.

FILTRI PASSA-ALTO

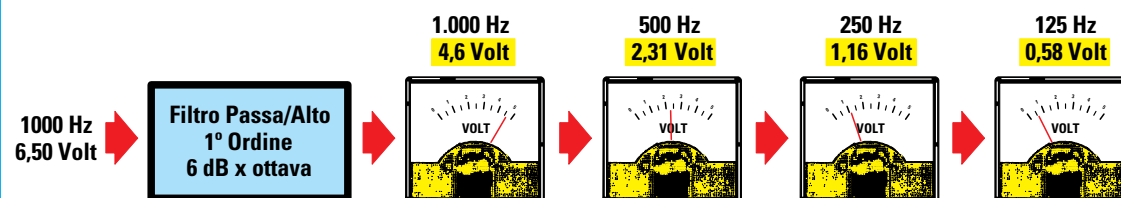



Fig.204 Se sull'ingresso di un filtro passa-alto da 6 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 500 Hz con un'ampiezza di 2,31 volt, la 2° ottava di 250 Hz con un'ampiezza di 1,16 volt e la 3° ottava di 125 Hz con un'ampiezza di 0,58 volt.

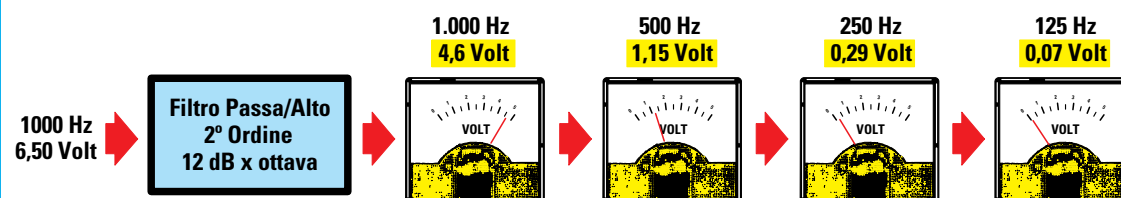



Fig.205 Se sull'ingresso di un filtro passa-alto da 12 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 500 Hz con un'ampiezza di 1,15 volt, la 2° ottava di 250 Hz con un'ampiezza di 0,29 volt e la 3° ottava di 125 Hz con un'ampiezza di 0,07 volt.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

FILTRO PASSA-BANDA

Si chiama **passa-banda** quel filtro che lascia passare senza **nessuna** attenuazione una ristretta **banda** di frequenza.
Per il calcolo di questo filtro occorre determinare i valori della frequenza di **taglio inferiore** e della frequenza di **taglio superiore**.
Questo filtro lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze comprese tra la frequenza di **taglio inferiore** e quella **superiore** ed **attenua** tutte le altre frequenze.

In fig.206 potete vedere il grafico di un filtro **passa-banda** calcolato sui **1.000 Hz** (frequenza di **taglio inferiore**) e sui **2.000 Hz** (frequenza di **taglio superiore**).

Come potete notare, tutte le frequenze comprese tra i **1.000** e i **2.000 Hz** passano senza **nessuna** attenuazione, mentre le **ottave inferiori** a **1.000 Hz** e quelle **superiori** a **2.000 Hz** subiscono una notevole **attenuazione**.

FILTRO NOTCH

Si chiama **notch** (letteralmente **punta** di **freccia**) quel filtro che elimina una frequenza **indesiderata** e lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le altre frequenze.
In fig.208 abbiamo riportato il grafico di un filtro **notch** calcolato sui **1.000 Hz**.
Come si può notare **solo** i **1.000 Hz** subiscono una notevole attenuazione.

FILTRI PASSA-BASSO di 1° ORDINE

Il filtro **passa-basso** di **1° ordine** attenua di soli **6 dB x ottava** ed è composto da una resistenza (vedi **R1**) e da un condensatore (vedi **C1**) collegati sull'ingresso **non invertente +** dell'operazionale **IC1** come visibile in fig.209.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo determinare il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo la **frequenza** di **taglio** del filtro e la capacità del condensatore **C1** oppure il valore della resistenza **R1** è possibile calcolare il valore dell'altro componente utilizzando queste formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

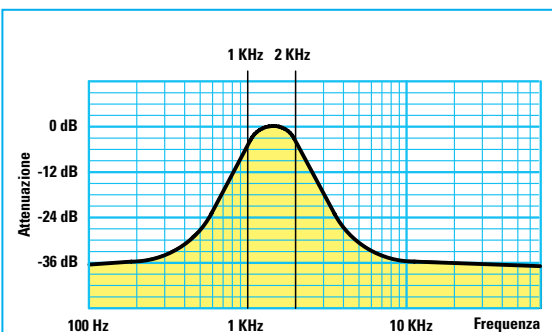



Fig.206 I filtri passa-banda vengono utilizzati per lasciare passare senza nessuna attenuazione solo una ristretta gamma di frequenze. Qui il grafico di un filtro che lascia passare le sole frequenze da 1 KHz fino a 2 KHz. Per realizzare questo filtro consigliamo gli schemi delle figg.213-216.

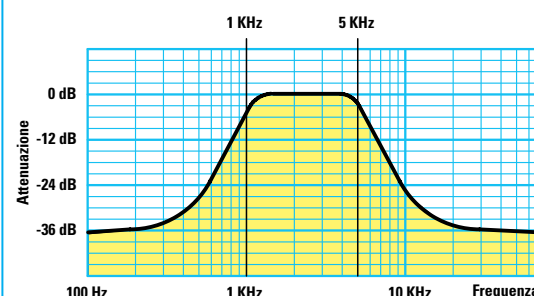



Fig.207 Se vi servono dei filtri passa-banda molto larghi, scartate gli schemi delle figg.213-216 ed utilizzate invece un filtro passa-alto seguito da un filtro passa-basso come visibile in fig.219. Qui il grafico di un filtro passa-banda che lascia passare le frequenze da 1 fino a 5 KHz.

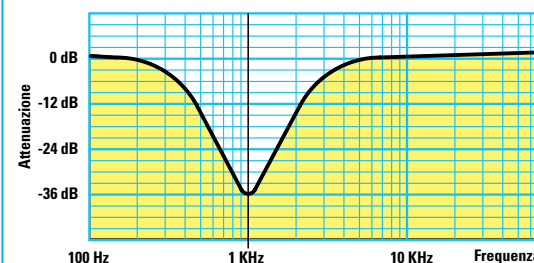



Fig.208 I filtri notch vengono utilizzati per attenuare solo la frequenza che è stata scelta come frequenza di taglio. Per realizzare questi filtri consigliamo di usare gli schemi riportati nelle figg.220-221. Qui il grafico di un filtro notch calcolato sulla frequenza di 1 KHz pari a 1.000 Hz.

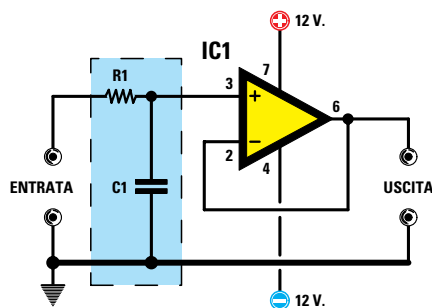



Fig.209 Filtro passa-basso di 1° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 6 dB tutte le ottave superiori. Nel testo abbiamo riportato un esempio di come calcolare l'attenuazione per ogni ottava.

Osservate come il valore della **resistenza** debba essere espresso in **kiloohm** e quello del **condensatore** in **nanofarad**, quindi se il valore di questi componenti è in **ohm** e in **picofarad** bisognerà prima **dividerli** per **1.000**.

ohm : 1.000 = kiloohm
picofarad : 1.000 = nanofarad

Il filtro riportato in fig.209 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-basso** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.210. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** collegate in serie e due condensatori **elettrolitici**, uno sull'ingresso ed uno sull'uscita.

ESEMPIO di calcolo della FREQUENZA

Abbiamo realizzato un filtro **passa-basso** utilizzando un condensatore da **10.000 picofarad** ed una resistenza da **15.000 ohm** e vorremmo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio**.

Soluzione = come prima operazione dividiamo per **1.000** i **10.000 picofarad** e i **15.000 ohm** ottenendo **10 nanoF.** e **15 kiloohm**, poi calcoliamo la frequenza di taglio:

159.000 : (10 x 15) = 1.060 Hertz

ESEMPIO di calcolo della CAPACITA'

Vogliamo realizzare un filtro **passa-basso** con una **frequenza** di **taglio** sui **400 Hz** utilizzando una resistenza da **22.000 ohm**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **22.000 ohm** per **1.000** così da ottenere **22 kiloohm**, poi calcoliamo il valore del condensatore:

159.000 : (22 x 400) = 18 nanofarad

corrispondenti a **18.000 picofarad**.

Se in sostituzione della resistenza da **22 kiloohm** ne usassimo una da **18 kiloohm**, dovremmo au-

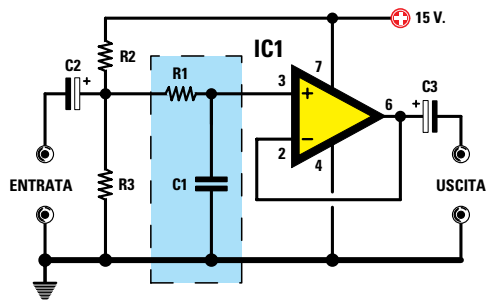



Fig.210 Se volessimo alimentare il filtro passa-basso di fig.209 con una tensione Singola, dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R2-R3) ed applicare un condensatore elettrolitico da 47 microfarad sull'ingresso e sull'uscita.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

mentare il valore del condensatore a:

159.000 : (18 x 400) = 22 nanofarad

ESEMPIO di calcolo della RESISTENZA

Vogliamo realizzare un filtro **passa-basso** con una **frequenza** di **taglio** sui **600 Hz** utilizzando un condensatore da **15.000 picofarad**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **15.000 picofarad** per **1.000** così da ottenere **15 nanofarad**, poi calcoliamo il valore della resistenza:

159.000 : (15 x 600) = 17,66 kiloohm

Poiché il risultato non è un valore **standard**, possiamo utilizzare una resistenza da **18 kiloohm** oppure possiamo ridurre la capacità del condensatore a **12 nanofarad** per ottenere un valore di resistenza standard:

159.000 : (12 x 600) = 22 kiloohm

FILTRI PASSA-ALTO di 1° ORDINE

Il filtro **passa-alto** di **1° ordine** attenua di soli **6 dB x ottava** ed è composto da un condensatore (vedi **C1**) e da una resistenza (vedi **R1**) collegati sull'ingresso **non invertente +** dell'operazionale **IC1** come visibile in fig.211.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo determinare il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo la **frequenza** di **taglio** del filtro e la capacità del **condensatore C1** oppure il valore della resistenza **R1** è possibile calcolare il valore dell'altro componente utilizzando queste formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Come per le precedenti, anche in queste formule il valore della **resistenza** deve essere espresso in **kiloohm** e quello del **condensatore** in **nanofarad**.

Il filtro riportato in fig.211 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-alto** con una tensione **singola** dovremo modificarlo come visibile in fig.212. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** collegate in serie e un condensatore **elettrolitico** da **10 microF.** sull'uscita (vedi **C3**). La resistenza **R1** anziché essere collegata a **massa** va collegata sulla giunzione delle due resistenze da **10.000 ohm**.

ESEMPIO di calcolo della FREQUENZA

Abbiamo realizzato un filtro **passa-alto** utilizzando un condensatore da **4.700 picofarad** ed una resistenza da **15.000 ohm** e vorremmo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio**.

Soluzione = dopo aver diviso per **1.000** i valori in **picofarad** e **ohm** così da averli in **nanofarad** e **kiloohm** possiamo calcolare la frequenza di taglio:

159.000 : (4,7 x 15) = 2.255 Hertz

Considerando che sia il **condensatore** sia la **resistenza** hanno una loro **tolleranza**, la **frequenza** di **taglio** risulterà compresa tra i **2.200** e i **2.300 Hz**.

ESEMPIO di calcolo della CAPACITA'

Vogliamo realizzare un filtro **passa-alto** con una **frequenza** di **taglio** sui **1.000 Hz** utilizzando una resistenza da **47.000 ohm**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **47.000 ohm** per **1.000** così da ottenere **47 kiloohm**, poi calcoliamo il valore del condensatore:

159.000 : (47 x 1.000) = 3,38 nanofarad

Poiché la capacità calcolata non è **standard**, possiamo usare un condensatore da **3,3 nanofarad**.

Se in sostituzione della resistenza da **47 kiloohm** ne usassimo una da **15 kiloohm**, potremmo usare un condensatore da:

159.000 : (15 x 1.000) = 10 nanofarad

ESEMPIO di calcolo della RESISTENZA

Vogliamo realizzare un filtro **passa-alto** con una **frequenza** di **taglio** sui **2.200 Hz** utilizzando un condensatore da **4.700 picofarad**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **4.700 picofarad** per **1.000** così da ottenere **4,7 nanofarad**, poi calcoliamo il valore della resistenza:

159.000 : (4,7 x 2.200) = 15,37 kiloohm

Poiché questo valore non è **standard**, possiamo usare una resistenza da **15 kiloohm**.

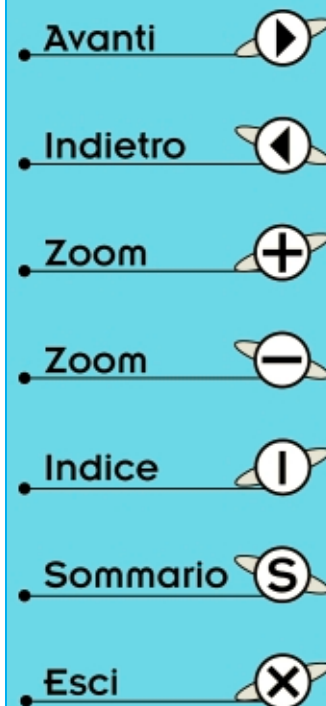
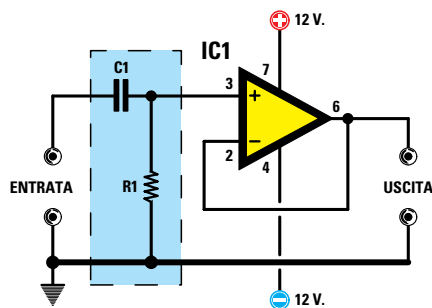



Fig.211 Filtro passa-alto di 1° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 6 dB tutte le ottave inferiori. Nel testo abbiamo riportato un esempio di come calcolare l'attenuazione per ogni ottava.

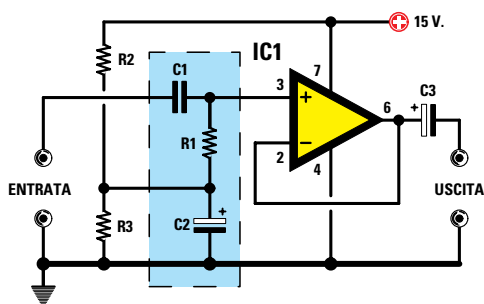



Fig.212 Se volessimo alimentare il filtro passa-alto di fig.211 con una tensione Singola, dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R2-R3) ed applicare un condensatore elettrolitico da 10 microfarad sull'uscita (vedi C3).

FILTRI PASSA-BANDA con 1 Operazionale

In fig.213 è riportato lo schema elettrico di un filtro **passa-banda** realizzato con un **operazionale**.
Questo filtro presenta un inconveniente: è alquanto difficoltoso calcolare i valori delle sue resistenze.

Normalmente si stabilisce a priori il valore dei condensatori **C1**, dopodiché si calcola il valore della resistenza **R3**, poi della **R2** ed infine della **R1** utilizzando queste formule:

R3 kiloohm = 318.000 : (C1 nanoF. x Bp)
R2 kiloohm = 159.000 : (Q x Q x 2 x C1 x Bp)
R1 kiloohm = R3 : (2 x guadagno)

Si potrebbe anche iniziare stabilendo a caso il valore della **R3** per poi calcolare il valore del condensatore **C1** in **nanofarad** con la formula:

C1 nanoF. = 318.000 : (R3 kiloohm x Bp)

Tutte queste formule utilizzano dei valori contraddistinti dalle **sigle Bp** e **Q** di cui ancora non abbiamo spiegato il significato.

Bp significa **banda passante** e questo valore si ricava **sottraendo** al valore della **frequenza massima** il valore della **frequenza minima**.

Il valore **Q** si ricava **dividendo** la frequenza **centrale** del filtro per il valore della banda passante.

Nel caso non ve ne foste accorti, anche in queste formule il valore delle **resistenze** è espresso in **kiloohm**, quello dei **condensatori** in **nanofarad** mentre la **frequenza** è in **Hertz**.

Il filtro riportato in fig.213 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-banda** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.214.

ESEMPIO di CALCOLO

L'esempio che abbiamo preparato vi aiuterà a capire come procedere per calcolare il valore delle **resistenze** che compongono questo filtro.

Vogliamo realizzare un filtro **passa-banda** che lasci passare senza attenuazione tutte le frequenze

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

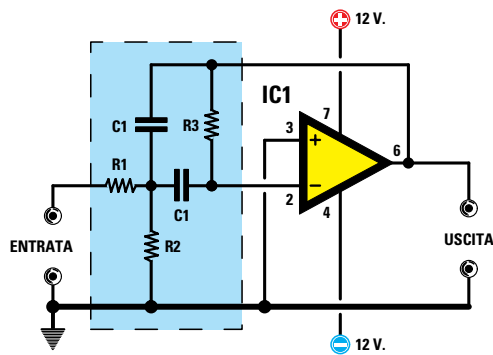
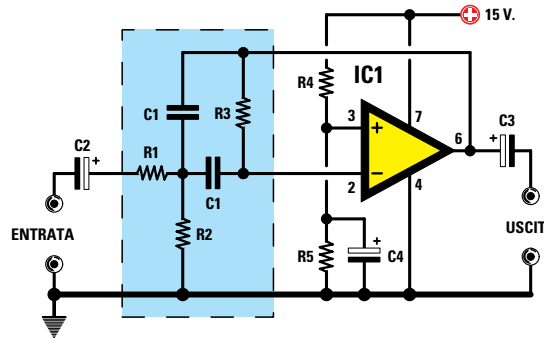



Fig.213 Filtro passa-banda alimentato con una tensione Duale. Prima di calcolare i valori di C1-R3-R2-R1 si dovrà determinare il valore della banda passante "Bp", dopodiché si dovrà ricavare il "fattore Q" (vedere l'esempio riportato nel testo).

Fig.214 Se volessimo alimentare il filtro passa-banda di fig.213 con una tensione Singola dovremmo aggiungere le resistenze R4-R5 da 10.000 ohm ed i condensatori elettrolitici C2-C3-C4 da 10 microF.

comprese tra i **2.100 Hz** e i **2.700 Hz** e ci serve conoscere il valore delle resistenze **R3-R2-R1**.

Soluzione = come prima operazione ricaviamo il valore della **banda passante Bp** sottraendo alla frequenza **massima** la frequenza **minima**.

2.700 – 2.100 = 600 Hz valore **Bp**

Come seconda operazione ricaviamo il valore della frequenza **centrale** utilizzando questa formula:

(Freq. massima + Freq. minima) : 2

La frequenza **centrale** risulterà perciò di:

(2.700 + 2.100) : 2 = 2.400 Hz

Come terza operazione determiniamo il **fattore Q** dividendo la **frequenza** centrale per **Bp**.

2.400 : 600 = 4 fattore **Q**

A questo punto non ci rimane che scegliere a caso la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**. Per evitare di scegliere dei valori non idonei, abbiamo realizzato l'utile **Tabella N.6** che riporta i va-

TABELLA N.6

frequenza centrale di lavoro				capacità in nanofarad			
da	100 Hz	a	500 Hz	da	33 nF	a	120 nF
da	500 Hz	a	1.000 Hz	da	10 nF	a	39 nF
da	1.000 Hz	a	5.000 Hz	da	3,9 nF	a	15 nF
da	5.000 Hz	a	10.000 Hz	da	1,8 nF	a	5,6 nF

Capacità consigliate espresse in nanofarad per i condensatori C1 in funzione della frequenza centrale di lavoro del filtro.

lori che è consigliabile usare in relazione alla frequenza **centrale** di lavoro del filtro.

Dunque con una frequenza **centrale** di **2.400 Hz** possiamo scegliere una capacità compresa tra i **3,9 nanofarad** e i **15 nanofarad**.
Tenete presente che più **bassa** sarà la capacità dei condensatori **C1**, più **alto** risulterà il valore delle **resistenze**.

Scegliendo per **C1** una capacità di **12 nanofarad** e sapendo che il valore **Bp** è di **600 Hz**, possiamo calcolare il valore della **R3** utilizzando la formula:

R3 kiloohm = 318.000 : (C1 nanoF. x Bp)

318.000 : (12 x 600) = 44,16 kiloohm

Per ottenere questo valore, che non è standard, colleghiamo in **serie** due resistenze da **22 kiloohm**.

Ora possiamo calcolare anche il valore della resistenza **R2**, perché sappiamo che il fattore **Q** è **4**, che il valore di **C1** è **12 nanofarad** e che il valore della banda passante **Bp** è **600**:

R2 kiloohm = 159.000 : (Q x Q x 2 x C1 x Bp)

159.000 : (4 x 4 x 2 x 12 x 600) = 0,69 kiloohm

Poiché questo valore non è standard, infatti **0,69 kiloohm** equivalgono a **690 ohm**, possiamo usare il valore più prossimo, cioè **680 ohm**.

Per ultimo calcoliamo il valore della resistenza **R1** utilizzando la formula:

R1 kiloohm = R3 : (2 x guadagno)

Il **guadagno** non deve mai superare il valore di **2**, perciò è consigliabile scegliere **1,4-1,6-1,8**.
Supponendo di scegliere un **guadagno** di **1,5**, per **R1** dovremo usare una resistenza da:

44 : (2 x 1,5) = 14,66 kiloohm

pari a **14.660 ohm**. Poiché anche questo valore non è standard usiamo il valore più prossimo, cioè **15.000 ohm** pari a **15 kiloohm**.

FILTRI PASSA-BANDA con 2 Operazionali

In fig.215 è riportato lo schema elettrico di un filtro **passa-banda** realizzato con 2 **operazionali**.
Rispetto al precedente, questo filtro presenta un vantaggio: il calcolo delle resistenze **R1-R2** risulta molto più semplice.

Anche per questo filtro è necessario scegliere arbitrariamente la capacità del condensatore **C1** in relazione al valore della frequenza **centrale** di lavoro del filtro e in questo vi aiuta la **Tabella N.6**.

Stabilito il valore dei **condensatori C1** possiamo determinare il valore delle **resistenze** utilizzando queste formule:

R2 kiloohm = 159.000 : (Freq centr. x C1 nanoF.)
R1 kiloohm = Q x R2

Si potrebbe anche iniziare scegliendo a caso il valore della **R2** per poi calcolare il valore del condensatore **C1** in **nanofarad** con la formula:

C1 nanoF. = 159.000 : (Freq centr. x R2 kiloohm)

Per conoscere il valore della **frequenza centrale** possiamo utilizzare la formula:

Hertz = 159.000 : (R2 kiloohm x C1 nanoF.)

Per determinare il valore delle resistenze **R1-R2** dobbiamo conoscere il valore **Bp** della **frequenza centrale** e il fattore **Q**.

Il valore **Bp** si ricava **sottraendo** alla **frequenza massima** il valore della **frequenza minima**.
La **Frequenza centrale** si calcola facendo la **somma** della frequenza **massima** con la **minima** e **dividendo** il risultato per **2**.
Il valore **Q** si determina **dividendo** la frequenza **centrale** del filtro per il valore **Bp**.

Il filtro riportato in fig.215 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-banda** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.216.

ESEMPIO di CALCOLO

Vogliamo realizzare un filtro **passa-banda** che lasci passare tutte le frequenze comprese tra i **2.100 Hz** e i **2.700 Hz** e ci serve conoscere quali valori usare per le resistenze **R2-R1**.

Soluzione = come prima operazione calcoliamo il valore della **banda passante Bp** sottraendo alla frequenza **massima** la frequenza **minima**.

2.700 – 2.100 = 600 Hz valore **Bp**

Come seconda operazione ricaviamo il valore della frequenza **centrale** utilizzando questa formula:

(Freq. massima + Freq. minima) : 2

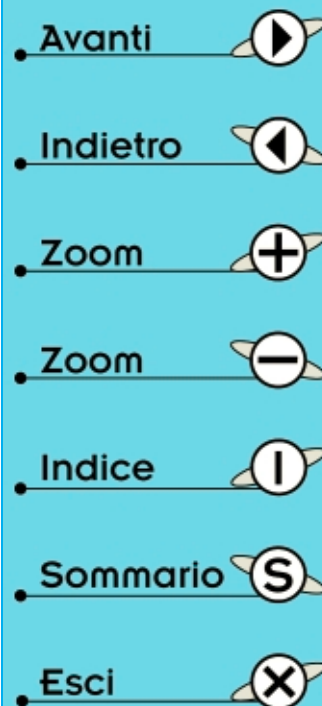
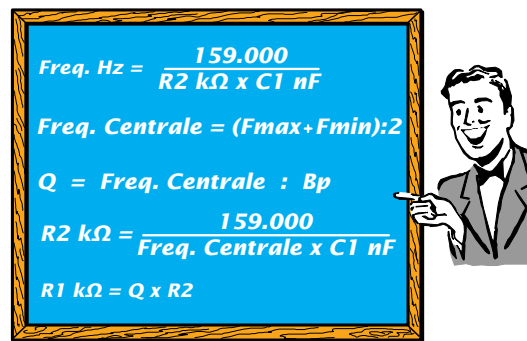
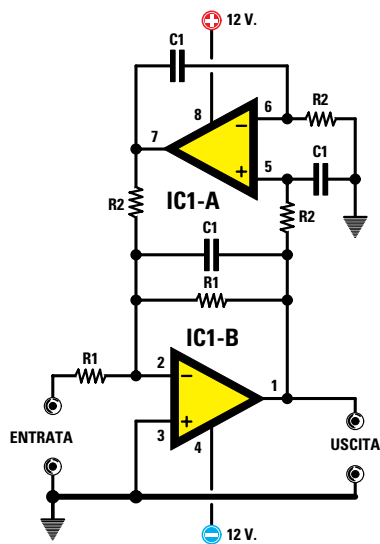
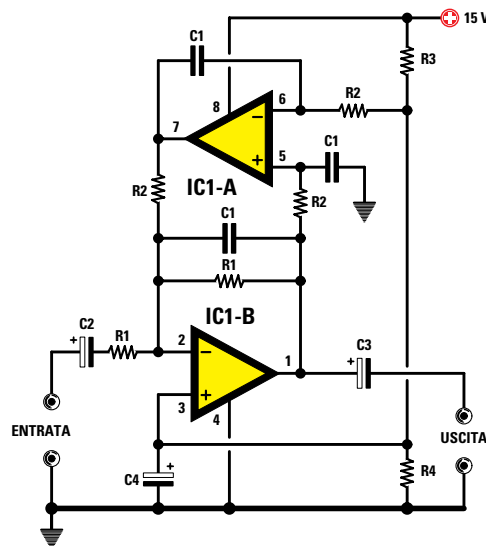



Fig.215 Per realizzare un filtro passa-banda possiamo usare anche questo schema composto da due operazionali. Nella lavagna le formule per calcolare il valore di R1-R2.

Fig.216 Se volessimo alimentare lo schema di fig.215 con una tensione Singola dovremmo modificarlo come visibile in questa figura. In pratica dovremmo aggiungere due resistenze (vedi R3-R4) da 10.000 ohm collegate in serie e sulla loro giunzione collegare il piedino "invertente" di IC1/A ed il piedino "non invertente" di IC1/B, inoltre dovremmo inserire nei punti indicati i condensatori elettrolitici C2-C3-C4 da 10 microfarad. Per calcolare i valori di C1-R1-R2 si possono utilizzare le stesse formule già adoperate per la fig.215.

La frequenza **centrale** risulterà perciò di:

(2.700 + 2.100) : 2 = 2.400 Hz

Come terza operazione determiniamo il **fattore Q** dividendo la **frequenza** centrale per **Bp**.

2.400 : 600 = 4 fattore **Q**

A questo punto non ci rimane che scegliere a caso la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**.

Per poter fare un confronto con il filtro precedente (vedi fig.213) possiamo utilizzare lo stesso valore di capacità, cioè **12 nanofarad**.

Poiché la frequenza **centrale** del nostro filtro è di **2.400 Hz** possiamo calcolare il valore della resistenza **R2** utilizzando la formula:

R2 kiloohm = 159.000 : (Freq centr. x C1 nanoF.)

159.000 : (2.400 x 12) = 5,52 kiloohm

Poiché questo valore non è standard usiamo quello più prossimo, cioè **5,6 kiloohm**.

Sapendo che il fattore **Q** è pari a **4** possiamo calcolare il valore della resistenza **R1** con la formula:

R1 kiloohm = Q x R2

4 x 5,6 = 22,4 kiloohm

E poiché anche questo valore **non** è standard usiamo quello più prossimo, cioè **22.000 ohm**.

Per conoscere la frequenza **centrale** del nostro filtro con i valori scelti, utilizziamo la formula:

Hertz = 159.000 : (R2 kiloohm x C1 nanoF.)

159.000 : (5,6 x 12) = 2.366 Hz

Considerando la **tolleranza** delle capacità e delle resistenze, la frequenza **centrale** potrebbe essere sui **2.300 Hz** oppure sui **2.410 Hz**.

Ammesso che la frequenza **centrale** sia di **2.300 Hz**, avendo un **Q** pari a **4**, che ci permette di ottenere una **banda passante** di **600 Hz**, il nostro filtro lascerà passare senza **nessuna** attenuazione tutte le **frequenze** comprese tra:

2.300 – (600 : 2) = 2.000 Hz Freq minima
2.300 + (600 : 2) = 2.600 Hz Freq massima

Per **restringere** il nostro filtro basterebbe calcolarlo con un **Q** pari a **3** e se lo volessimo **allargare** potremmo calcolarlo con un **Q** pari a **5**.

FILTRI PASSA-BANDA molto LARGHI

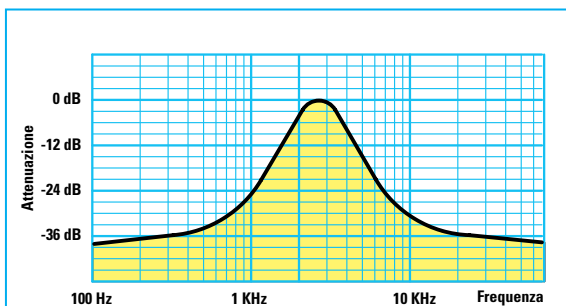



Fig.217 I filtri passa-banda riportati nelle figg.213-214-215-216 sono ottimi per ottenere delle bande passanti molto strette.

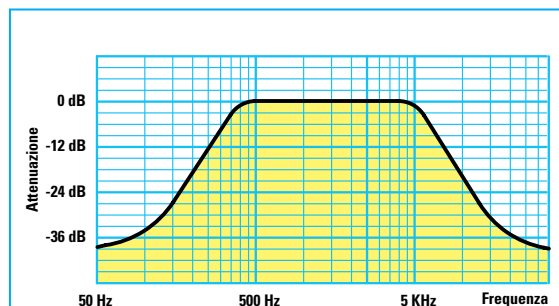



Fig.218 Per realizzare dei filtri passa-banda larghi diversi KHz conviene usare un filtro passa-alto ed un filtro passa-basso.

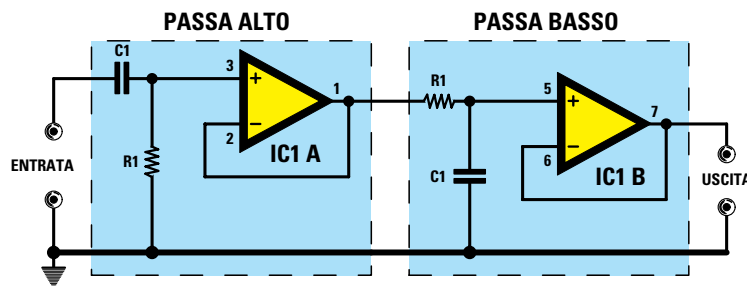



Fig.219 Per ottenere delle bande passanti larghe diversi KHz si utilizza un filtro passa-alto calcolato sulla frequenza ALTA che si desidera attenuare, seguito da un filtro passa-basso calcolato sulla frequenza BASSA che si desidera attenuare (vedi fig.218).

I filtri **passa-banda** che vi abbiamo presentato finora sono **validi** per ottenere delle **ristrette bande passanti** di poche **centinaia** di **Hz** e non per delle **bande passanti** di qualche **migliaia** di **Hz**.

Se, ad esempio, dovessimo realizzare un filtro **passa-banda** che lasciasse passare tutte le frequenze comprese tra un minimo di **400 Hz** fino ad un massimo di **5.000 Hz**, dovrebbe avere una **banda passante** di:

5.000 – 400 = 4.600 Hz

Per ottenere un filtro con una così larga **banda pas-**

sante si può utilizzare un piccolo espediente, che consiste nel collegare in **serie** un filtro **passa-alto** con un filtro **passa-basso** (vedi fig.219).

Calcolando il filtro **passa-alto** con una frequenza di **taglio** di **400 Hz**, questo lascerà passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **superiori** a **400 Hz** fino ad arrivare oltre i **30.000 Hz**.

Il filtro **passa-basso** collegato sulla sua uscita verrà calcolato con una frequenza di **taglio** di **5.000 Hz** per lasciar passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **inferiori** a **5.000 Hz**, ma non quelle **superiori**.
Poiché il filtro **passa-alto** ha già eliminato tutte le frequenze inferiori ai **400 Hz**, noi otterremo un valido **passa-banda** da **400 Hz** a **5.000 Hz**.

FILTRI NOTCH di 1° ORDINE

Il filtro **notch** di **1° ordine** è composto da quattro resistenze e quattro condensatori collegati come visibile in fig.220.

Come potete notare, i due condensatori centrali **C1** sono collegati in **parallelo** perché questa capacità deve risultare esattamente il **doppio** del valore degli altri due condensatori **C1**.
Le due resistenze centrali **R1** risultano collegate in **parallelo** perché questo valore di resistenza deve risultare esattamente la **metà** del valore delle altre due resistenze **R1**.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza noi possiamo determinare il valore della **frequenza** di **notch** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo la **frequenza** di **taglio** del filtro ed il valore dei **condensatori C1** o delle **resistenze R1** è possibile calcolare il valore degli altri componenti utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Anche in queste due formule il valore della **resistenza** deve essere espresso in **kiloohm** e quello del **condensatore** in **nanofarad**.

Il filtro riportato in fig.220 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare un filtro **notch** con una tensione **singola** dobbiamo modificare lo schema come visibile in fig.221. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** collegate in serie e due condensatori **elettrolitici**: uno sull'ingresso ed uno sull'uscita.

ESEMPIO di calcolo della FREQUENZA

Abbiamo realizzato un filtro **notch** utilizzando dei condensatori da **15 nanofarad** e delle resistenze da **100 kiloohm** e vorremmo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio**.

Soluzione = i valori sono già in **nanofarad** e in **kiloohm** quindi non ci rimane che eseguire i calcoli:

159.000 : (100 x 15) = 106 Hertz

Considerando che il **condensatore** e la **resistenza** hanno una loro **tolleranza**, la **frequenza di taglio** risulterà compresa tra i **100** e i **110 Hz**.
Se dovessimo ottenere un **notch** sull'esatta frequenza di **100 Hz**, potremmo applicare in **parallelo** ad ogni condensatore una supplementare capacità di **820 picofarad**, pari a **0,82 nanofarad**, in modo da ottenere una capacità totale di **15,82 nanofarad**. La frequenza di taglio sarebbe quindi di:

159.000 : (100 x 15,82) = 100,5 Hertz

ESEMPIO di calcolo della CAPACITA'

Vogliamo realizzare un filtro **notch** per eliminare un ronzio sui **100 Hz** utilizzando quattro resistenze da **150.000 ohm**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **150.000 ohm** per **1.000** così da ottenere **150 kiloohm**, poi calcoliamo il valore del condensatore:

159.000 : (150 x 100) = 10,6 nanofarad

Poiché questo valore non è **standard**, possiamo usare **10 nanofarad**, pari a **10.000 picofarad**, anche in base alla considerazione che sia i valori dei condensatori sia quelli delle resistenze hanno sempre delle **tolleranze**.

ESEMPIO di calcolo della RESISTENZA

Vogliamo realizzare un filtro **notch** per i **100 Hz** utilizzando dei condensatori da **15.000 picofarad**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **15.000 picofarad** per **1.000** così da ottenere **15 nanofarad**, poi calcoliamo il valore della resistenza:

159.000 : (15 x 100) = 106 kiloohm

Questo valore non è **standard**, ma possiamo tranquillamente usare una resistenza da **100 kiloohm**.

Fig.220 Filtro notch alimentato con una tensione Duale. Per calcolare la capacità in nanofarad dei condensatori C1 ed il valore in kiloohm delle resistenze R1 conoscendo il valore della frequenza in hertz si useranno le formule riportate nella lavagna.

Fig.221 Se volessimo alimentare il filtro di fig.220 con una tensione Singola dovremmo aggiungere le resistenze R2-R3 da 10.000 ohm e due condensatori elettrolitici C2-C3 da 10 microF.
Nel testo vi spieghiamo perché al centro del filtro occorrono due condensatori C1 e due resistenze R1 collegate in parallelo.

FILTRI DI 2° ORDINE

Abbiamo visto che con i filtri **passa-basso** o **passa-alto** di **1° ordine** si ottengono delle **attenuazioni** di **6 dB x ottava**.
Per ottenere delle **attenuazioni** maggiori dobbiamo passare ai filtri di **2° ordine**.

FILTRI PASSA-BASSO di 2° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-basso** di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava**, si deve utilizzare lo schema visibile in fig.222.
Questo filtro è composto da due resistenze di **identico** valore (vedi **R1-R1**) e da due condensatori di **identico** valore (vedi **C1-C1**).

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo il valore della frequenza di **taglio** ed il valore dei **condensatori** oppure delle **resistenze** è possibile determinare il valore dell'altro componente utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Per compensare le perdite questo stadio deve **guadagnare** circa **2,7 volte**.
A questo proposito vi ricordiamo che il **guadagno** di questa configurazione, di cui abbiamo già parlato nella Lezione N.20 (vedi a questo proposito la fig.106) si calcola con la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

Per semplificare i calcoli è consigliabile stabilire il valore della resistenza **R2** per poi ricavare il valore della **R3** eseguendo questa operazione:

R3 = R2 x 1,7

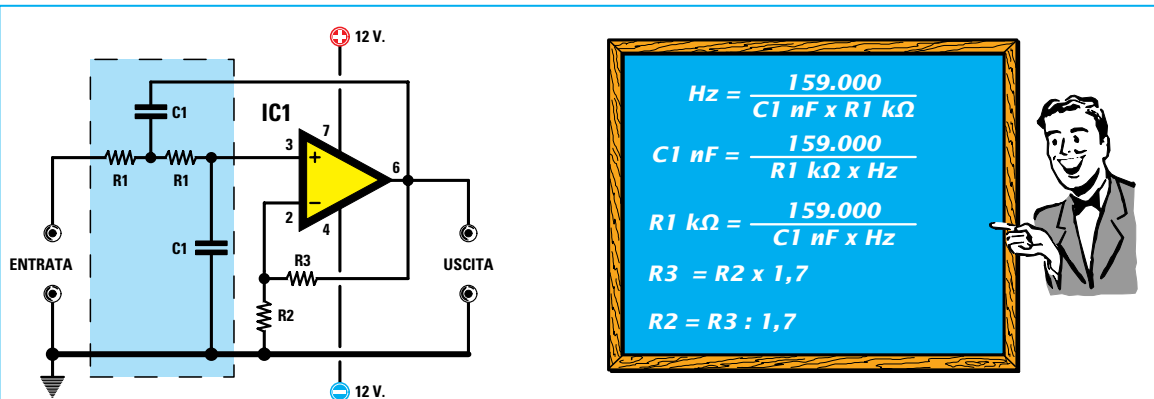



Fig.222 Filtro passa-basso di 2° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 12+3 dB tutte le ottave inferiori. Il valore della resistenza R3 deve essere maggiore di R2 di 1,7 volte (leggere testo).

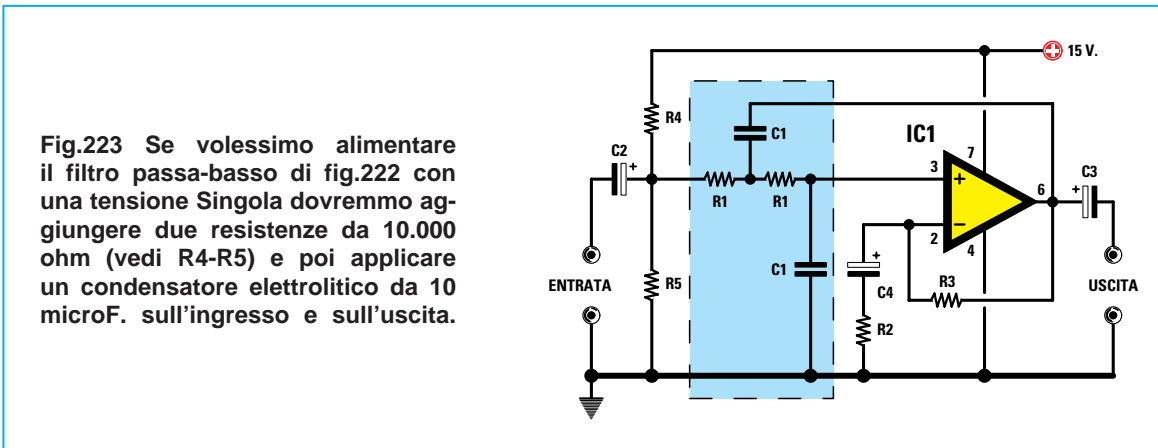



Fig.223 Se volessimo alimentare il filtro passa-basso di fig.222 con una tensione Singola dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R4-R5) e poi applicare un condensatore elettrolitico da 10 microF. sull'ingresso e sull'uscita.

Ovviamente si può anche stabilire il valore della resistenza **R3** e poi determinare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa operazione:

R2 = R3 : 1,7

Da questi calcoli non riusciremo mai ad ottenere dei valori **standard**. Se infatti, scegliamo a caso per la **R2** un valore di **3.300 ohm**, dovremmo usare per la **R3** questo valore:

3.300 x 1,7 = 5.610 ohm per la **R3**

Se scegliamo un valore standard di **5.600 ohm** per la **R3**, dovremmo usare per la **R2** un valore di:

5.600 : 1,7 = 3.294 ohm per la **R2**

All'atto pratico però possiamo tranquillamente usare per la resistenza **R3** un valore di **5.600 ohm** e per la resistenza **R2** un valore di **3.300 ohm**.

Se proviamo a calcolare il **guadagno** otterremo:

(5.600 : 3.300) + 1 = 2,696 volte

Considerando che la **differenza** tra un guadagno di **2,7** e **2,696** è irrisoria, possiamo considerare questi due valori di resistenza **ideali**.

Il filtro riportato in fig.222 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-basso** di **2° ordine** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.223. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** ed inserire sia sull'ingresso sia sull'uscita un condensatore **elettrolitico** da **10-22 microfarad** (vedi **C2-C3**).

FILTRI PASSA-ALTO di 2° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-alto** di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava**, si deve utilizzare lo schema visibile in fig.224.

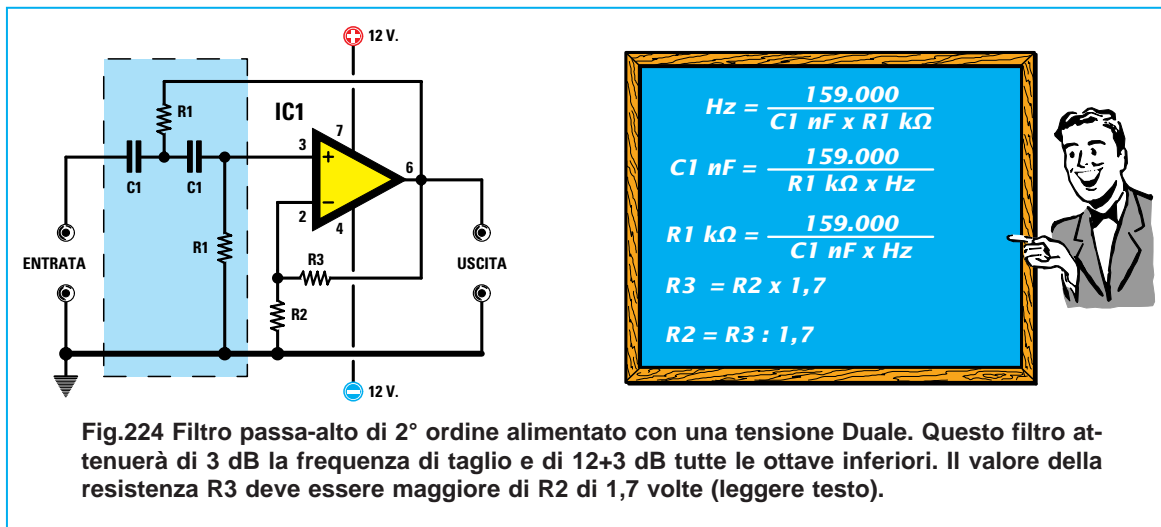



Fig.224 Filtro passa-alto di 2° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 12+3 dB tutte le ottave inferiori. Il valore della resistenza R3 deve essere maggiore di R2 di 1,7 volte (leggere testo).

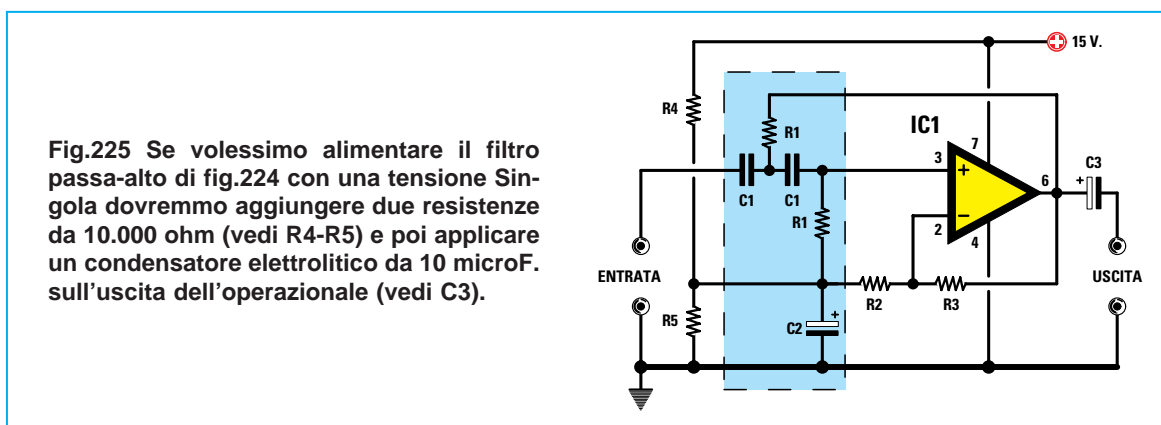



Fig.225 Se volessimo alimentare il filtro passa-alto di fig.224 con una tensione Singola dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R4-R5) e poi applicare un condensatore elettrolitico da 10 microF. sull'uscita dell'operazionale (vedi C3).

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo il valore della frequenza di **taglio** ed il valore dei **condensatori** oppure delle **resistenze** è possibile determinare il valore dell'altro componente utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Per compensare le perdite, anche questo filtro deve **guadagnare** circa **2,7 volte**, quindi come per il precedente filtro **passa-basso** vi consigliamo di usare per **R3** un valore di **5.600 ohm** e per **R2** un valore di **3.300 ohm**.

Il filtro riportato in fig.224 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-alto** di **2° ordine** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.225. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** ed inserire un condensatore **elettrolitico** sull'uscita (vedi **C3**). La resistenza **R1** anziché essere collegata a **massa** va collegata sulla giunzione delle due resistenze da **10.000 ohm**.

FILTRI NOTCH di 2° ORDINE

Per realizzare un filtro **notch** di **2° ordine** vi consigliamo di utilizzare lo schema riportato in fig.226. In questo filtro **notch** di **2° ordine** il segnale va applicato sull'ingresso **invertente –**.

Come potete notare, i due condensatori **C1** applicati sull'ingresso sono collegati in **parallelo** perché questa capacità deve risultare esattamente il **doppio** del valore degli altri due condensatori **C1**.
Anche le due resistenze **R1** applicate sull'ingresso risultano collegate in **parallelo**, perché questo valore di resistenza deve risultare esattamente la **metà** del valore delle altre due resistenze **R1**.

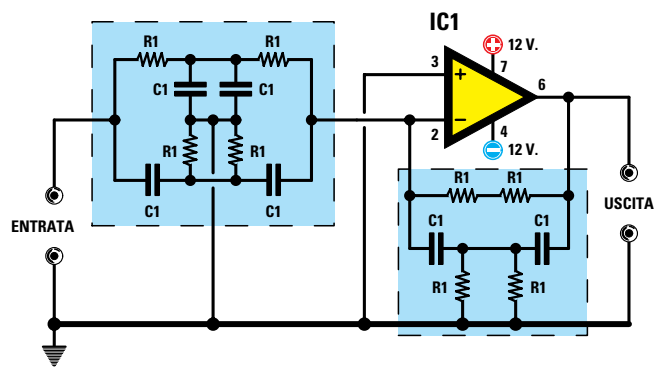



Fig.226 Per realizzare un filtro notch di 2° ordine alimentato con una tensione Duale vi consigliamo di utilizzare questo schema.

Fig.227 Per calcolare i valori dei condensatori C1 in nanofarad e delle resistenze R1 in kiloohm del filtro di fig.226 si possono usare le formule in questa lavagna.

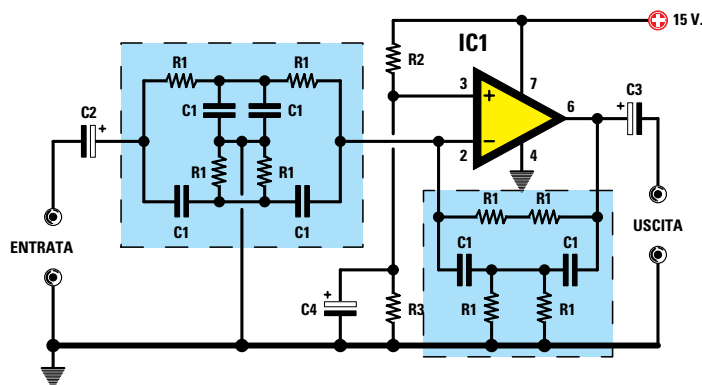



Fig.228 Per alimentare il filtro di fig.227 con una tensione Singola dovremo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R2-R3) ed applicare nelle posizioni indicate C2-C3-C4 degli elettrolitici da 10 microfarad.

Tra il piedino d'uscita e l'ingresso **invertente** è necessario collocare un secondo filtro collegando due resistenze **R1** in **serie** e due in **parallelo** come visibile in fig.226.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo il valore della frequenza di **taglio** ed il valore dei **condensatori** oppure delle **resistenze** è possibile determinare il valore dell'altro componente utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Il filtro riportato in fig.226 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **notch** di **2° ordine** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.228. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** più un condensatore **elettrolitico** collegando la loro giunzione sull'ingresso **non invertente**.
Sia sull'ingresso sia sull'uscita dovremo applicare due ulteriori condensatori **elettrolitici** che abbiano una capacità di **10** o **22 microfarad**.

FILTRI DI ORDINE SUPERIORE

Se volessimo realizzare dei filtri con una attenuazione maggiore di **12 dB x ottava** dovremmo collegare in **serie** più filtri. Ad esempio, collegando in **serie** ad un filtro di **1° ordine**, che attenua **6 dB x ottava**, un filtro di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava**, otteniamo un filtro con un'attenuazione di **6+12 = 18 dB x ottava**.
Collegando in serie due filtri di **2° ordine**, che attenuano **12 dB x ottava**, otteniamo un filtro con una attenuazione totale di **12+12 = 24 dB x ottava**.
È abbastanza intuitivo che se vogliamo realizzare un filtro che attenui **36 dB x ottava** dovremo collegare in serie tre filtri di **2° ordine**.

Nei filtri **passa-basso** o **passa-alto** ogni singolo stadio dovrà **amplificare** leggermente il segnale applicato sul suo ingresso, in modo che dall'uscita non fuoriesca un segnale che risulti **attenuato**.

Per modificare il **guadagno** di ogni singolo stadio basta variare il valore di due resistenze, quella collegata tra l'uscita e il piedino **non invertente** e quella collegata tra questo piedino e la **massa**.
Se amplifichiamo il segnale più del necessario il filtro potrebbe **autooscillare**, quindi vi consigliamo di rispettare i valori ohmici riportati su ogni singolo stadio (vedi figg.229-230-231-232).

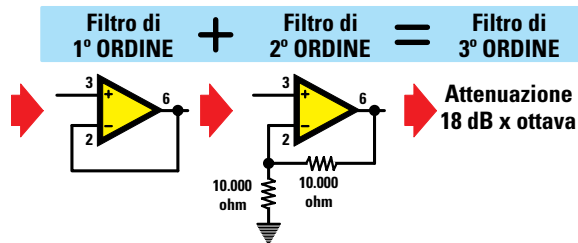



Fig.229 In un filtro di 3° ordine vanno collegate sull'ultimo operazionale due resistenze che abbiano lo stesso valore ohmico. Solitamente si utilizzano resistenze da 10.000 ohm.

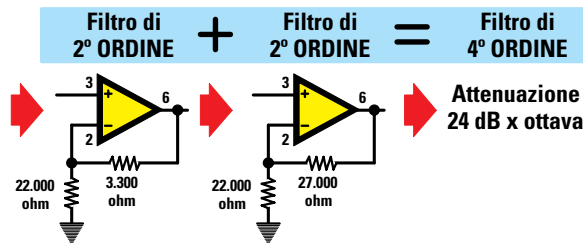



Fig.230 In un filtro di 4° ordine vanno collegati sul primo operazionale a sinistra i valori di 3.300 e 22.000 ohm, mentre sul secondo operazionale a destra 27.000 e 22.000 ohm.

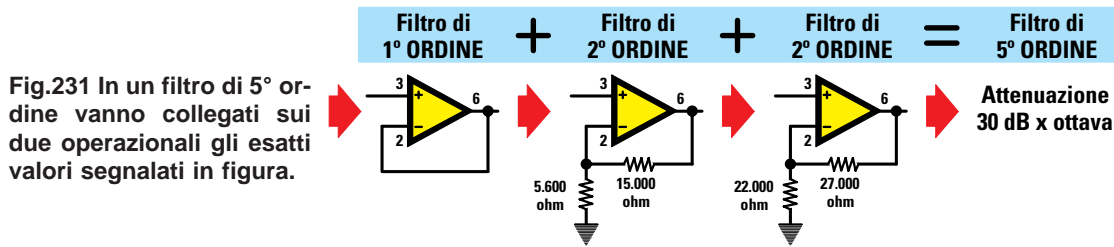



Fig.231 In un filtro di 5° ordine vanno collegati sui due operazionali gli esatti valori segnalati in figura.

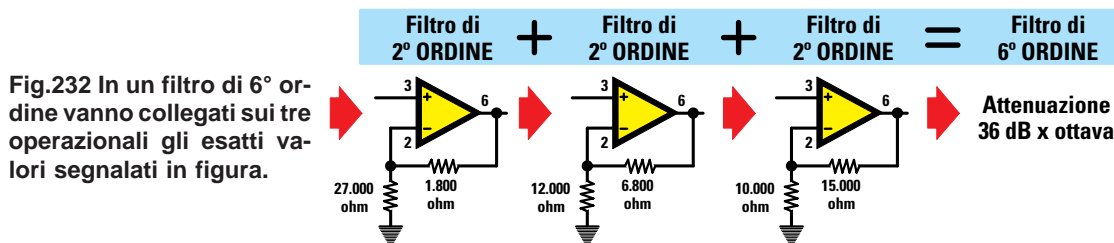



Fig.232 In un filtro di 6° ordine vanno collegati sui tre operazionali gli esatti valori segnalati in figura.

Fig.233 Sebbene negli schemi elettrici raffigurati in questa lezione non siano mai stati inseriti i necessari condensatori, tra i due piedini di alimentazione e la massa andranno sempre collegati dei condensatori ceramici o poliesteri da 100.000 picofarad.
Ricordate inoltre che negli integrati con 1 operazionale il piedino di alimentazione Positivo è il 7, mentre negli integrati con 2 operazionali è l'8. Negli integrati con 4 operazionali il piedino di alimentazione Positivo è il 4 ed il Negativo l'11 (vedi fig.234).

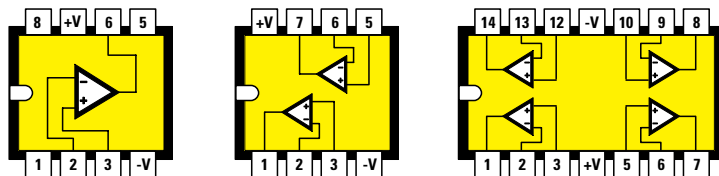
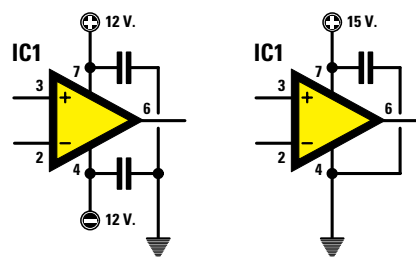



Fig.234 Connessioni viste da sopra degli integrati contenenti 1, 2 e 4 operazionali.

FILTRI PASSA-BASSO di 3° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-basso** di **3° ordine** che **attenua 18 dB x ottava** occorre collegare in **serie** ad un filtro **passa-basso** di **1° ordine**, che attenua **6 dB x ottava**, un filtro **passa-basso** di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava** (vedi fig.235).
Per calcolare la **frequenza** di taglio in **Hertz** oppure il valore dei **condensatori C1** o delle **resistenze R1**, usiamo sempre le stesse formule, cioè:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

In questo filtro l'ultimo operazionale, siglato **IC1/B**, deve guadagnare **2 volte**, quindi il valore delle resistenze **R3-R2** deve risultare **identico**.
Abbiamo infatti più volte ripetuto che il **guadagno** di uno stadio che utilizza l'ingresso **non invertente** si calcola con la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

Se per le resistenze **R3-R2** sceglieremo un valore di **10.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(10.000 : 10.000) + 1 = 2 volte

Noi abbiamo scelto un valore di **10.000 ohm**, ma, ovviamente, lo stesso **guadagno** si ottiene usando due **identiche** resistenze da **8.200 ohm** oppure da **12.000 ohm**.

Il filtro **passa-basso** riportato in fig.235 va alimentato con una tensione **duale**.

Se volessimo alimentare questo filtro con una tensione **singola**, dovremmo collegare in serie al **filtro** di **1° ordine** visibile in fig.210 il filtro di **2° ordine** visibile in fig.223.

FILTRI PASSA-ALTO di 3° ORDINE

Anche per realizzare un filtro **passa-alto** di **3° ordine** che **attenua 18 dB x ottava** occorre collegare in **serie** ad un filtro **passa-alto** di **1°ordine**, che attenua **6 dB x ottava**, un filtro **passa-alto** di **2° ordine** che attenua **12 dB x ottava**.
In fig.236 è visibile lo schema di un filtro **passa-alto** di **3° ordine**.
Per calcolare il valore della **frequenza** in **Hertz** o quello dei **condensatori** o delle **resistenze** le formule sono sempre le stesse:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Anche in questo filtro l'ultimo operazionale **IC1/B** deve essere calcolato per guadagnare **2 volte**, quindi, come già precisato per il filtro **passa-basso**, le due resistenze **R3-R2** debbono risultare di valore **identico**. Anche in questo caso vi consigliamo di usare due resistenze da **10.000 ohm**.

Il filtro **passa-alto** riportato in fig.236 va alimentato con una tensione **duale**.
Se volessimo alimentare questo filtro con una tensione **singola**, dovremmo collegare in serie al **filtro** di **1° ordine** visibile in fig.212 il filtro di **2° ordine** visibile in fig.225.

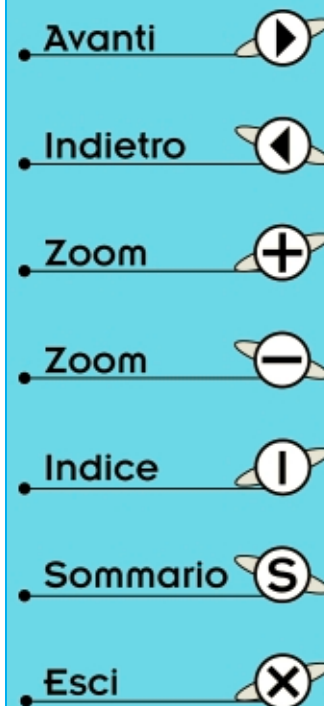
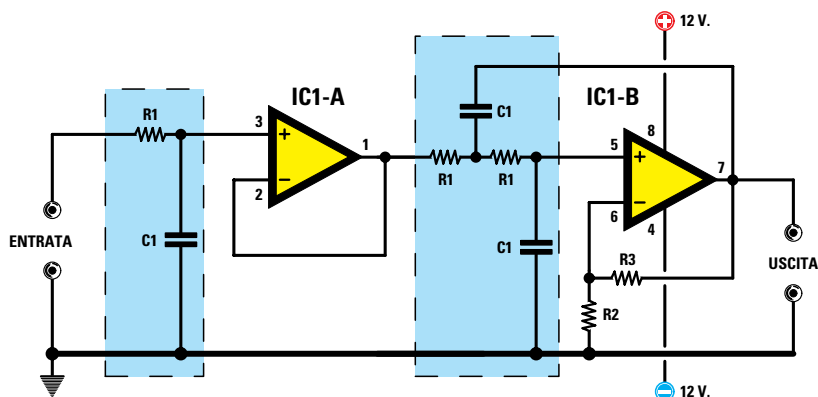



Fig.235 Per realizzare un filtro passa-basso di 3° ordine in grado di attenuare di 18 dB tutte le ottave superiori, basta collegare in serie ad un filtro di 1° ordine (vedi fig.209) un filtro di 2° ordine (vedi fig.222). Per calcolare la frequenza di taglio in Hertz oppure i valori di C1 o di R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.237.
Nota: in questo filtro il valore delle resistenze R2-R3 deve essere di 10.000 ohm.

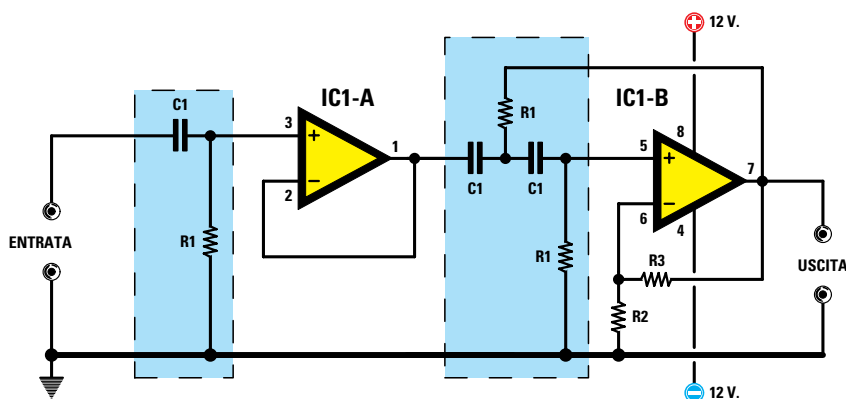



Fig.236 Per realizzare un filtro passa-alto di 3° ordine in grado di attenuare di 18 dB tutte le ottave inferiori, basta collegare in serie ad un filtro di 1° ordine (vedi fig.211) un filtro di 2° ordine (vedi fig.224). Per calcolare la frequenza di taglio in Hertz oppure i valori di C1 o di R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.237.
Nota: in questo filtro il valore delle resistenze R2-R3 deve essere di 10.000 ohm.

Fig.237 In questa lavagna trovate tutte le formule da utilizzare per calcolare un filtro passa-basso oppure passa-alto. Vi ricordiamo che il valore dei condensatori C1 è in “nanofarad” e quello delle resistenze R1 in “kiloohm”.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

FILTRI PASSA-BASSO di 4° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-basso** di **4° ordine**, che **attenua 24 dB x ottava**, dovremo collegare in **serie** due filtri **passa-basso** di **2°ordine**, che attenuano **12 dB x ottava** (vedi fig.238).

Dopo aver scelto il valore dei condensatori **C1** e delle resistenze **R1**, possiamo calcolare il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Per calcolare il valore dei **condensatori C1** oppure delle **resistenze R1**, conoscendo il valore della **frequenza** di **taglio** usiamo queste formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

In questo filtro di **4° ordine** il primo operazionale **IC1/A** deve guadagnare **1,15 volte**, mentre il secondo operazionale, siglato **IC1/B**, **2,22 volte**.

Conoscendo il valore della resistenza **R3** possiamo determinare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa operazione:

R2 = R3 : (1,15 – 1)

Conoscendo il valore della resistenza **R2** possiamo determinare il valore della resistenza **R3** eseguendo questa operazione:

R3 = R2 x (1,15 – 1)

Noi vi consigliamo di usare per la resistenza **R3** un valore di **3.300 ohm** e per la resistenza **R2** un valore di **22.000 ohm**.

Infatti se controlliamo quale **guadagno** otteniamo con questi valori di resistenza usando la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

otteniamo esattamente:

(3.300 : 22.000) + 1 = 1,15 volte

L'operazionale **IC1/B** deve guadagnare **2,22 volte**, quindi se conosciamo già il valore della resistenza **R5** possiamo ricavare il valore della resistenza **R4** eseguendo questa operazione:

R4 = R5 : (2,22 –1)

Conoscendo invece il valore della resistenza **R4** possiamo ricavare il valore della resistenza **R5** eseguendo questa operazione:

R5 = R4 x (2,22 –1)

Noi vi consigliamo di usare per la resistenza **R5** un valore di **27.000 ohm** e per la resistenza **R4** un valore di **22.000 ohm**
Infatti se controlliamo quale **guadagno** otteniamo con questi valori di resistenza usando la formula:

Guadagno = (R5 : R4) + 1

otteniamo esattamente:

(27.000 : 22.000) + 1 = 2,22 volte

Il filtro di **4° ordine** riportato in fig.238 va alimentato con una tensione **duale**.
Per alimentare questo filtro con una tensione **singola** dovremo collegare in serie due **filtri** di **2° ordine** identici a quelli visibili in fig.223.

FILTRI PASSA-ALTO di 4° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-alto** di **4° ordine** che **attenua** di **24 dB x ottava** dovremo collegare in **serie** due filtri **passa-alto** di **2° ordine**.
In fig.239 è visibile lo schema di un filtro **passa-alto** di **4° ordine**.

Le **formule** per calcolare il valore della **frequenza**, delle **resistenze** o dei **condensatori** sono le stesse usate per i filtri precedenti:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Anche in questo filtro di **4° ordine** il primo operazionale **IC1/A** deve guadagnare **1,15 volte** e il secondo operazionale, siglato **IC1/B**, **2,22 volte**.

I calcoli già effettuati per il filtro **passa-basso** valgono anche per il filtro **passa-alto**, perciò i valori da utilizzare per le resistenze sono:

R3 = 3.300 ohm
R2 = 22.000 ohm

R5 = 27.000 ohm
R4 = 22.000 ohm

Il filtro di **4° ordine** riportato in fig.239 va alimentato con una tensione **duale**.
Per alimentare questo filtro con una tensione **singola** dovremo collegare in serie due **filtri** di **2° ordine** identici a quelli visibili in fig.225.

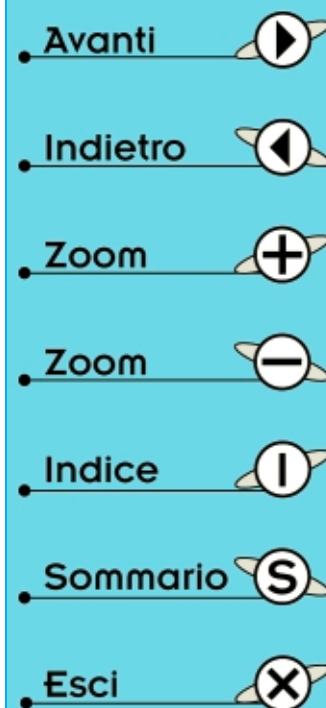
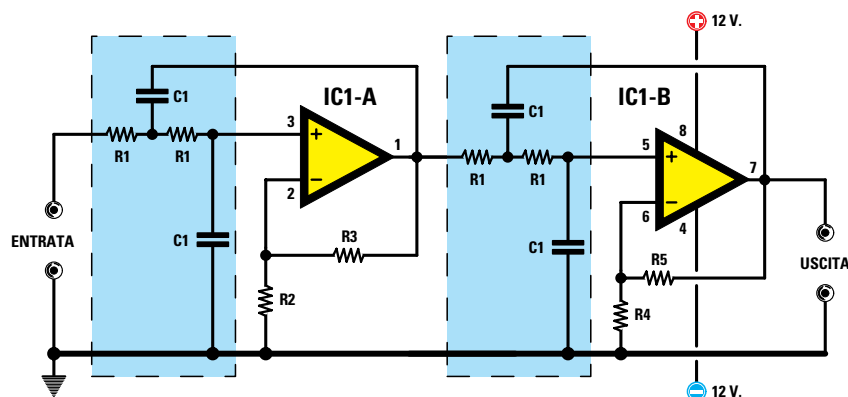



Fig.238 Per realizzare un filtro passa-basso di 4° ordine in grado di attenuare di 24 dB tutte le ottave superiori, basta collegare in serie due filtri di 2° ordine, come riportato nella fig.222. Per calcolare la frequenza di taglio oppure il valore dei condensatori C1 o delle resistenze R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.240.
Nota: in questo filtro il valore della resistenza R3 deve essere di 3.300 ohm e quello della resistenza R2 di 22.000 ohm, mentre il valore della resistenza R5 deve essere di 27.000 ohm e quello della resistenza R4 di 22.000 ohm.

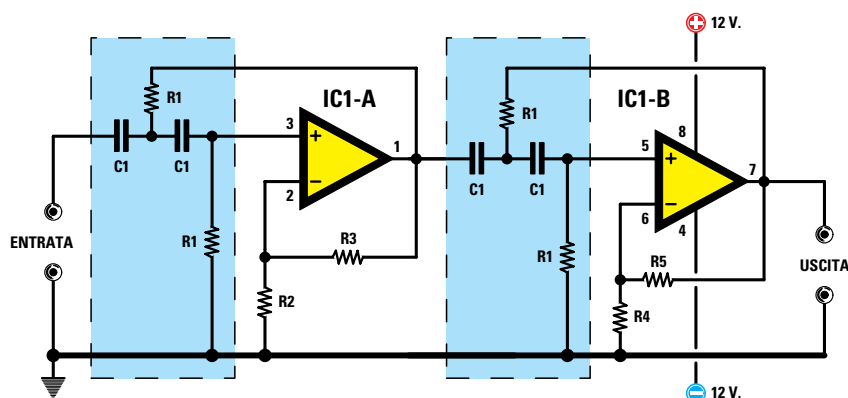



Fig.239 Per realizzare un filtro passa-alto di 4° ordine in grado di attenuare di 24 dB tutte le ottave inferiori, basta collegare in serie due filtri di 2° ordine, come riportato nella fig.224. Per calcolare la frequenza di taglio oppure il valore dei condensatori C1 o delle resistenze R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.240.
Nota: in questo filtro il valore della resistenza R3 deve essere di 3.300 ohm e quello della resistenza R2 di 22.000 ohm, mentre il valore della resistenza R5 deve essere di 27.000 ohm e quello della resistenza R4 di 22.000 ohm.

Fig.240 In questa lavagna trovate tutte le formule da utilizzare per calcolare un filtro passa-basso oppure passa-alto. Vi ricordiamo che il valore dei condensatori C1 è in “nanofarad” e quello delle resistenze R1 in “kiloohm”.

PER CONCLUDERE

I principianti avranno sicuramente trovato questa Lezione sui **filtri** molto **noiosa**, ma vi possiamo assicurare che se un domani vi capiterà di dover calcolare qualche **filtro**, andrete alla ricerca di questa Lezione e la rileggerete con interesse, perché quanto è stato spiegato in queste pagine non lo troverete in nessun altro libro.

Per fare un po' di **pratica** con i filtri, vi consigliamo di provare a calcolare i valori dei condensatori **C1** o delle resistenze **R1** scegliendo a caso la **frequenza** di **taglio**.

Ad esempio, se vi dicessimo di calcolare un filtro **passa-basso** con una **frequenza** di taglio sui **400 Hertz** potreste trovarvi in difficoltà, perché non sapreste quale valore di **capacità** o di **resistenza** scegliere per questo filtro.
Per risolvere questo problema sarà sufficiente consultare la **Tabella N.6** riportata nel testo, che consiglia di scegliere per la gamma di frequenze da **100** a **500 Hz** dei condensatori che abbiano una capacità compresa tra i **33** e i **120 nanofarad**.
Scelto il valore del condensatore potrete calcolare subito il valore della **R1** con la formula:

R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

La capacità del condensatore va scelta in modo da ottenere per la resistenza **R1** un valore che si avvicini il più possibile ad un valore **standard**, quindi vi conviene fare tutte queste operazioni:

159.000 : (33 nanoF. x 440) = 10,95 kiloohm
159.000 : (39 nanoF. x 440) = 9,26 kiloohm
159.000 : (47 nanoF. x 440) = 7,68 kiloohm
159.000 : (56 nanoF. x 440) = 6,45 kiloohm
159.000 : (68 nanoF. x 440) = 5,31 kiloohm

Avrete già notato che **10,95 kiloohm** è un valore molto prossimo a **10 kiloohm**, quindi per questo filtro potreste impiegare per **C1** una capacità da **33 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **10 kiloohm**.

Per conoscere quale **frequenza** di **taglio** si ottiene con questi due valori userete la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
159.000 : (10 x 33) = 481 Hertz

Poiché i condensatori e le resistenze hanno una loro **tolleranza**, all'atto **pratico** non otterrete mai l'esatta frequenza di **481 Hz**.
In ogni caso, per **abbassare** la frequenza di taglio potrete applicare in **parallelo** ai condensatori **C1** una seconda capacità da **2,7 nanofarad** in modo da ottenere una capacità totale di **35,7 nanofarad** oppure collegare in **serie** alla resistenza **R1** una seconda resistenza da **820 ohm** in modo da ottenere un valore ohmico di **10,82 kiloohm**.

159.000 : (10 x 35,7) = 445 Hertz
159.000 : (10,82 x 33) = 445 Hertz

Se vi dicessimo di calcolare un filtro **passa-alto** con una **frequenza** di taglio sui **3.500 Hertz**, subito vi chiedereste quale valore di **capacità** o **resistenza** utilizzare. Anche in questo caso basterà consultare la **Tabella N.6**, che per la gamma di frequenze da **1.000 Hz** a **5.000 Hz** consiglia di scegliere dei valori compresi tra i **3,9** e i **15 nanofarad**.

Per sapere con quale **capacità** potrete ottenere per la resistenza **R1** un valore ohmico che si avvicini il più possibile ad un valore **standard**, dovrete eseguire queste operazioni:

159.000 : (4,7 nanoF. x 3.500) = 9,66 kiloohm
159.000 : (5,6 nanoF. x 3.500) = 8,11 kiloohm
159.000 : (6,8 nanoF. x 3.500) = 6,68 kiloohm
159.000 : (8,2 nanoF. x 3.500) = 5,54 kiloohm
159.000 : (10 nanoF. x 3.500) = 4,54 kiloohm
159.000 : (12 nanoF. x 3.500) = 3,78 kiloohm

Avrete subito notato che **8,11 kiloohm** è un valore molto prossimo al valore **standard** di **8,2 kiloohm**, quindi per questo filtro potreste scegliere per **C1** una capacità di **5,6 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **8,2 kiloohm**. Con questi due valori otterrete una **frequenza** di **taglio** di circa:

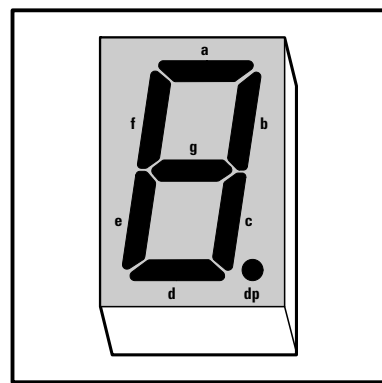
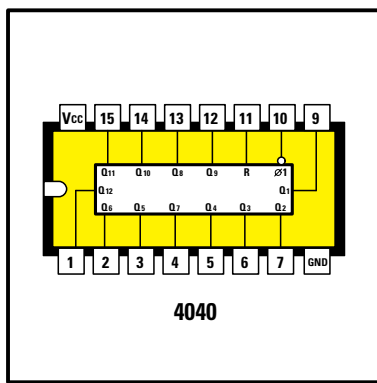
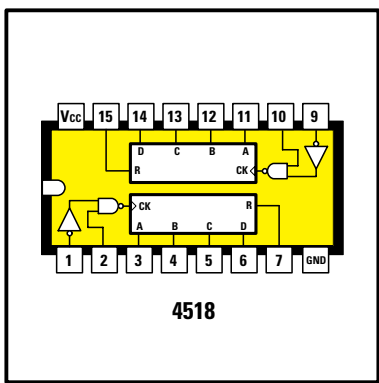
159.000 : (5,6 nanoF. x 8,2 kiloohm) = 3.462 Hertz

Potreste anche scegliere il valore standard di **6,8 kiloohm**, che è un valore molto prossimo a **6,68 kiloohm**; in questo caso potrete utilizzare un condensatore da **6,8 nanofarad** ed una resistenza standard da **6,8 kiloohm**, valori con i quali otterrete una **frequenza** di **taglio** di:

159.000 : (6,8 nanoF. x 6,8 kiloohm) = 3.438 Hertz

Se voleste alzare questa **frequenza** potreste collegare in **parallelo** due condensatori da **3,3 nanoF.** ottenendo così una capacità totale di **6,6 nanoF.**, con la quale si ottiene una **frequenza** di:

159.000 : (6,6 nanoF. x 6,8 kiloohm) = 3.542 Hertz

I valori di **frequenza** che si ottengono con questi calcoli sono sempre **approssimativi** a causa delle tolleranze dei condensatori e delle resistenze.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Le piccole e medie aziende che ricercano giovani tecnici richiedono come requisito fondamentale una adeguata esperienza **pratica**, quindi, conoscendo questa esigenza, in ogni nostra Lezione inseriamo sempre degli esercizi **pratici** per garantire una completa formazione tecnica.

Inoltre è risaputo che con la **pratica** si riesce ad assimilare molto più velocemente la teoria e perciò in questa Lezione vi proponiamo la costruzione di un **orologio digitale** insegnandovi come si possano programmare dei **contatori x10** per farli contare fino ad un massimo di **60** o **24** o programmare un **divisore programmabile** per prelevare dalla sua uscita un **impulso** al **minuto**.

Il conteggio fino al numero **60** ci serve perché **1 ora** è composta da **60 minuti**, il conteggio fino al numero **24** ci serve perché **1 giorno** è composto da **24 ore**, mentre l'**impulso** allo scadere del **minuto** ci serve per far avanzare di una **unità** il numero sui due display dei **minuti**.

Possiamo assicurarvi che nel realizzare questo **orologio digitale** non incontrerete **nessuna** difficoltà e grande sarà la vostra soddisfazione quando vedrete avanzare sui quattro display i numeri dei **minuti** e delle **ore**.

Se doveste commettere qualche errore, **non** preoccupatevi perché noi saremo sempre disponibili a riparare il vostro montaggio, spiegandovi anche dove avete sbagliato.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.241 Foto dell'orologio digitale. In questa Lezione vi insegniamo come funziona e come realizzarlo.

Dalla **Lezione N.17**, pubblicata sulla rivista N.194, avete appreso che per visualizzare su un **display** i numeri da **0** a **9** occorre pilotarlo con un integrato chiamato **decodifica** siglato **4511**, che dispone di quattro ingressi contraddistinti dalle lettere maiuscole **A-B-C-D** che hanno questi **Pesi**:

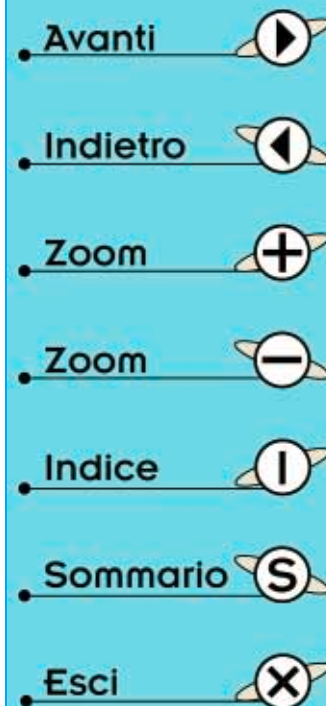
l'ingresso **A** ha **peso 1**
l'ingresso **B** ha **peso 2**
l'ingresso **C** ha **peso 4**
l'ingresso **D** ha **peso 8**

Applicando a questi ingressi una tensione **positiva**, vale a dire un **livello logico 1**, si riesce a far comparire sul display un **numero** pari al loro **Peso**.

Quindi per far apparire sul display il numero **1** basta applicare una tensione **positiva** al solo ingresso **A** che ha **peso 1** (vedi fig.242).
Se vogliamo far apparire il numero **3** dovremo applicare una tensione **positiva** sia all'ingresso **A**, che ha **peso 1**, sia all'ingresso **B**, che ha **peso 2** (vedi fig.243). Infatti, facendo la somma dei due pesi **1+2** otteniamo **3**.
Se vogliamo far apparire il numero **6** dovremo applicare una tensione **positiva** sia all'ingresso **B**, che ha **peso 2**, sia all'ingresso **C**, che ha **peso 4** (vedi fig.244). Infatti, facendo la somma dei due pesi **2+4** otteniamo **6**.
Se volessimo far apparire il numero **9** dovremmo applicare una tensione **positiva** sia all'ingresso **A**, che ha **peso 1**, sia all'ingresso **D**, che ha **peso 8**. Infatti, se facciamo la somma dei due pesi **1+8** otteniamo il numero **9**.

Pilotando questa **decodifica** con l'integrato **4518**, conosciuto come **contatore BCD** (cioè Binary Code Decimal), possiamo far avanzare i numeri sul display da **00** fino a **99** premendo il pulsante **P1**, applicato sul piedino d'ingresso **9** del primo contatore a destra (vedi fig.245).

Il kit **LX.5026**, pubblicato con la **Lezione N.17**, vi era stato proposto con l'intento di mostrarvi quale numero appare sul **display** al variare del **peso**, selezionando cioè uno o più dei quattro ingressi **A-B-C-D**.

Il secondo kit pubblicato sempre nella **Lezione N.17** e siglato **LX.5027**, in cui abbiamo utilizzato un **doppio contatore** siglato **4518** per pilotare le due **decodifiche 4511**, vi era stato proposto per mostrarvi come si possa realizzare un **contatore** che visualizzi sui **display** tutti i numeri da **0** fino a **99**.

Poiché oggi vogliamo farvi realizzare un **orologio digitale**, non sarà male rinfrescare la vostra memoria sul funzionamento della **decodifica** siglata **4511** e del **doppio contatore** siglato **4518** rileggendo la **Lezione N.17**.

In questo orologio, oltre ai due integrati menzionati, ne è stato impiegato un terzo siglato **4040**, che è in pratica un **divisore programmabile** sul quale vale ora la pena spendere qualche parola per spiegare a cosa serve e come dovremo utilizzarlo.

Il DIVISORE programmabile 4040

Il **divisore** programmabile siglato **4040**, perfettamente equivalente all'integrato **74HC.4040** (vedi fig.248), viene utilizzato per **dividere** una qualsiasi frequenza per un valore definito.

Applicando sul piedino d'ingresso **10** di questo **divisore** una qualsiasi frequenza, sui suoi piedini d'**uscita** (vedi fig.249) preleveremo una frequenza pari a quella d'ingresso **divisa** per il numero riporta-

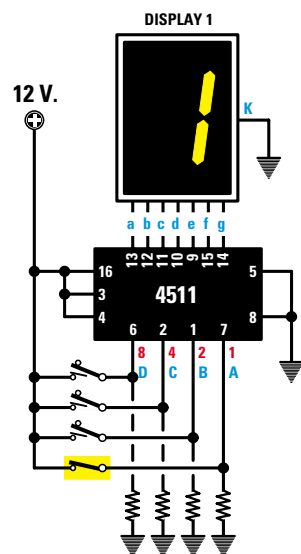



Fig.242 Nella Lezione N. 17 vi abbiamo spiegato che per far apparire sul Display il numero 1 è sufficiente applicare una tensione positiva sul piedino 7 (A) con PESO 1 della decodifica siglata 4511.

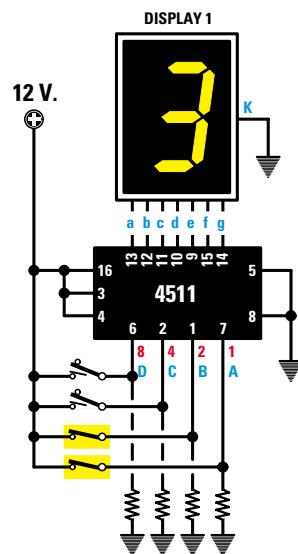



Fig.243 Per far apparire sul Display il numero 3, si dovrà applicare una tensione positiva sul piedino 7 (A) che ha PESO 1 e anche sul piedino 1 (B) che ha PESO 2. La somma dei due pesi ci darà 1+2 = 3.

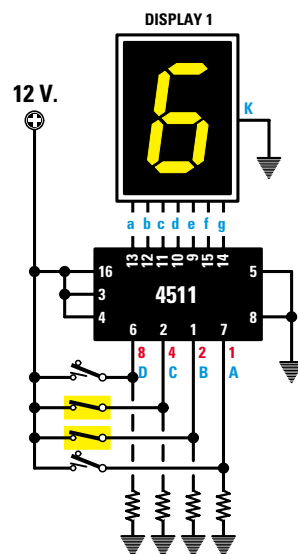



Fig.244 Per far apparire sul Display il numero 6 si dovrà applicare una tensione positiva sul piedino 1 (B) che ha PESO 2 e anche sul piedino 2 (C) che ha PESO 4. La somma dei due pesi ci darà 2+4 = 6.

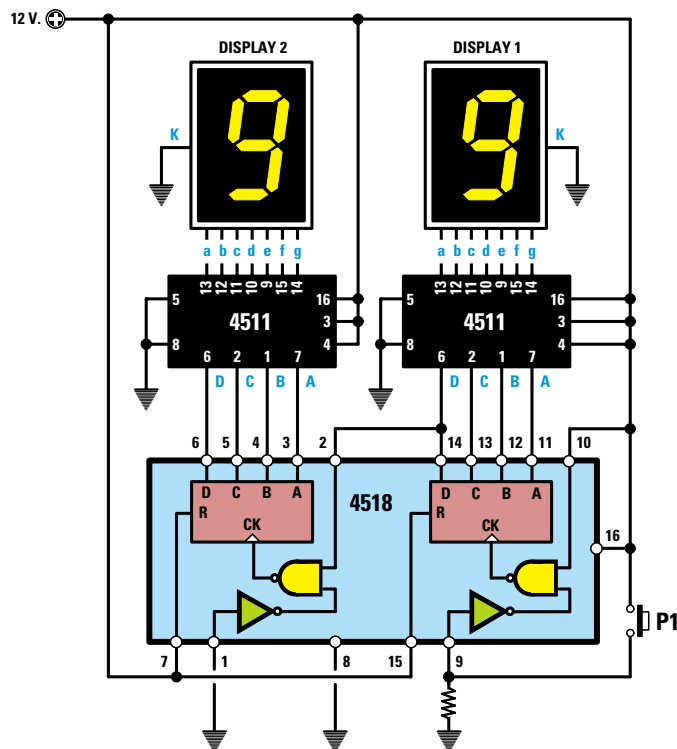



Fig.245 Pilotando le due decodifiche siglate 4511 con un doppio contatore siglato 4518 si riesce a realizzare un contatore a 2 CIFRE in grado di visualizzare sui due display tutti i numeri da 0 a 99.
Nella Lezione N.17 vi abbiamo spiegato perché nel primo contatore di destra del 4518 si entra sul piedino 9, mentre sul secondo contatore di sinistra si entra sul piedino 2.
I due contatori 4518 possono anche essere invertiti, cioè si possono utilizzare i piedini del secondo contatore come PRIMO ed utilizzare i piedini del primo contatore come SECONDO (vedi fig.246).

to nella **Tabella N.7**.

TABELLA N.7

piedini d'uscita	frequenza prelevabile sull'uscita dei piedini
piedino 9	frequenza ingresso **divisa 2**
piedino 7	frequenza ingresso **divisa 4**
piedino 6	frequenza ingresso **divisa 8**
piedino 5	frequenza ingresso **divisa 16**
piedino 3	frequenza ingresso **divisa 32**
piedino 2	frequenza ingresso **divisa 64**
piedino 4	frequenza ingresso **divisa 128**
piedino 13	frequenza ingresso **divisa 256**
piedino 12	frequenza ingresso **divisa 512**
piedino 14	frequenza ingresso **divisa 1.024**
piedino 15	frequenza ingresso **divisa 2.048**
piedino 1	frequenza ingresso **divisa 4.096**

Pertanto applicando sull'ingresso di questo **divisore** una frequenza di **10.000.000 Hz**, pari a **10 Megahertz**, sui suoi piedini d'uscita possiamo prelevare queste nuove frequenze:

piedino 9 (diviso **2**) = **5.000.000 Hz**
piedino 7 (diviso **4**) = **2.500.000 Hz**
piedino 6 (diviso **8**) = **1.250.000 Hz**
piedino 5 (diviso **16**) = **625.000 Hz**
piedino 3 (diviso **32**) = **312.500 Hz**
piedino 2 (diviso **64**) = **156.250 Hz**
piedino 4 (diviso **128**) = **78.125 Hz**
piedino 13 (diviso **256**) = **39.062 Hz**
piedino 12 (diviso **512**) = **19.531 Hz**
piedino 14 (diviso **1.024**) = **9.765 Hz**
piedino 15 (diviso **2.048**) = **4.882 Hz**
piedino 1 (diviso **4.096**) = **2.441 Hz**

PROGRAMMARE una DIVISIONE

La prima cosa che si nota subito guardando la **Tabella N.7** è che l'integrato **4040** effettua le divisioni su valori **fissi**, quindi qualcuno potrebbe giungere alla conclusione che questo integrato non riuscirà mai a **dividere** una frequenza per valori diversi da quelli riportati in tabella, ad esempio per **24 - 59 - 112 - 190 - 1.500** ecc.

Al contrario, tutte queste divisioni, chiamiamole così, **non previste**, si possono ottenere collegando sulle uscite del **divisore** dei comunissimi **diodi** al silicio a patto che i loro **catodi** (terminale **K**) siano rivolti verso i piedini d'**uscita** del divisore e i loro **anodi** (terminale **A**) siano collegati al piedino **11** di **reset** e alla resistenza **R2**, collegata alla tensione **positiva** di alimentazione (vedi fig.250).
Va anche tenuto ben presente che, inserendo nel circuito questi diodi, il **peso** di ogni singolo piedino

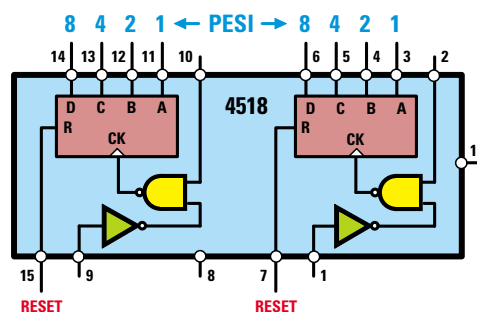



Fig.246 Nello schema elettrico abbiamo disegnato il contatore 4518 come visibile in disegno anche se in pratica si raffigura sempre con un rettangolo nero disponendo tutti i suoi piedini sui quattro lati del rettangolo, senza rispettare alcun ordine.

4518

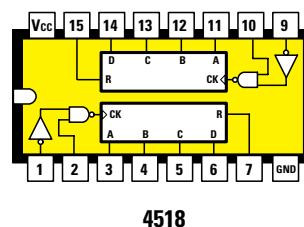



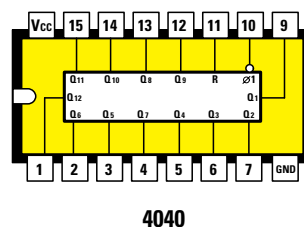
Fig.247 Per sapere come sono disposti i piedini sullo zoccolo dell'integrato si disegna il suo corpo sempre visto da sopra, riportando la sua tacca di riferimento a forma di U sul lato dei piedini 1-16. Il piedino Vcc va collegato al positivo di alimentazione ed il piedino GND a massa.

4040

Fig.248 In questo orologio viene usato anche un terzo integrato siglato 4040 che in pratica è un Divisore programmabile. Applicando sul piedino d'ingresso 10 una qualsiasi frequenza, noi possiamo prelevare dai suoi piedini d'uscita una frequenza divisa per il numero riportato in fig.249.

si **dimezza** e perciò la frequenza applicata al piedino d'ingresso verrà prelevata dai piedini d'uscita **divisa** per il valore riportato nella **Tabella N.8**.

TABELLA N.8

piedini d'uscita	frequenza prelevabile sull'uscita dei piedini
piedino 9	frequenza ingresso **divisa 1**
piedino 7	frequenza ingresso **divisa 2**
piedino 6	frequenza ingresso **divisa 4**
piedino 5	frequenza ingresso **divisa 8**
piedino 3	frequenza ingresso **divisa 16**
piedino 2	frequenza ingresso **divisa 32**
piedino 4	frequenza ingresso **divisa 64**
piedino 13	frequenza ingresso **divisa 128**
piedino 12	frequenza ingresso **divisa 256**
piedino 14	frequenza ingresso **divisa 512**
piedino 15	frequenza ingresso **divisa 1.024**
piedino 1	frequenza ingresso **divisa 2.048**

Il **fattore** di **divisione** viene **dimezzato** perché ogni piedino d'uscita, dopo che si è portato a **livello logico 1** ritorna a **livello logico 0** trascorso **metà** tempo (vedi fig.253).

Fig.249 L'integrato 4040 visibile in fig.248 viene raffigurato negli schemi elettrici con un rettangolo nero riportando su ogni piedino il corrispondente numero dello zoccolo. Con questo sistema si eliminano dagli schemi elettrici molti intrecci di fili. Su ogni uscita abbiamo riportato di quante volte viene divisa la frequenza applicata sul piedino d'ingresso 10.

Dobbiamo far presente che quando il **divisore** inizia a dividere, tutti i suoi piedini d'uscita si trovano a **livello logico 0** e solo quando il **divisore** ha effettuato l'intero **ciclo** di **divisioni** per cui è stato **programmato**, tutti i suoi piedini d'uscita si portano a **livello logico 1**.
Quando tutti i suoi piedini d'uscita si portano a **livello logico 1**, la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** può raggiungere il piedino di **reset** che provvede a **cancellare** il conteggio effettuato facendolo ripartire da **0**.

Per capire come faccia un impulso **positivo** a giungere sul piedino di **reset** a divisione **completata** analizziamo a titolo d'esempio cosa succede sui primi quattro piedini d'uscita **9-7-6-5** che hanno un **Peso** di **1-2-4-8** (vedi figg.254-259).

Dicendo questo sappiamo già che:

il **piedino 9** divide x **1**
il **piedino 7** divide x **2**
il **piedino 6** divide x **4**
il **piedino 5** divide x **8**

Se facciamo la **somma** di questi **Pesi** scopriamo che questo divisore divide per **1+2+4+8 = 15**.

Fig.250 Se sui piedini d'uscita di questo divisore programmabile applichiamo dei diodi, rivolgendo il terminale K verso le uscite e il terminale A verso la resistenza R2 collegata sul piedino 11 di Reset, noi preleveremo un segnale diviso per la META' di quello che potevamo prelevare senza questi diodi (vedi fig.249). Il numero di divisione corrisponde al PESO del piedino.

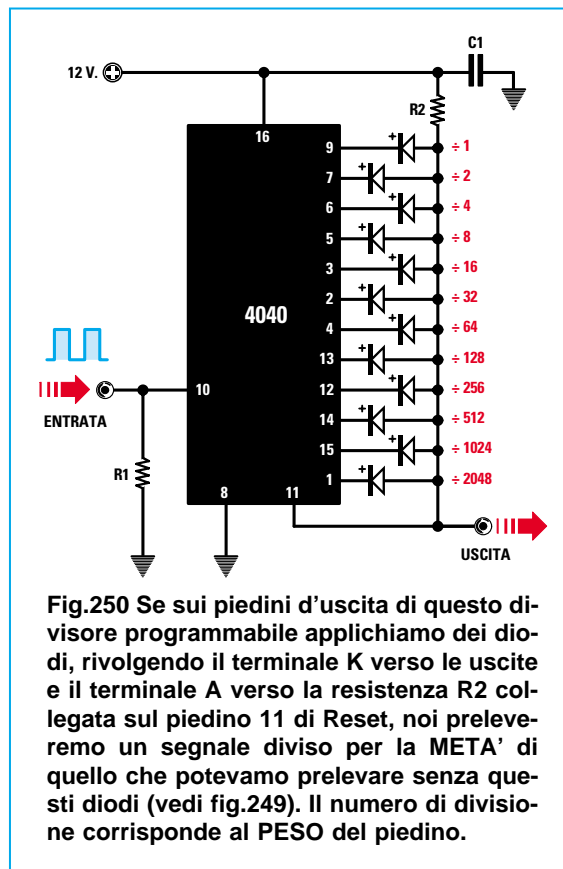
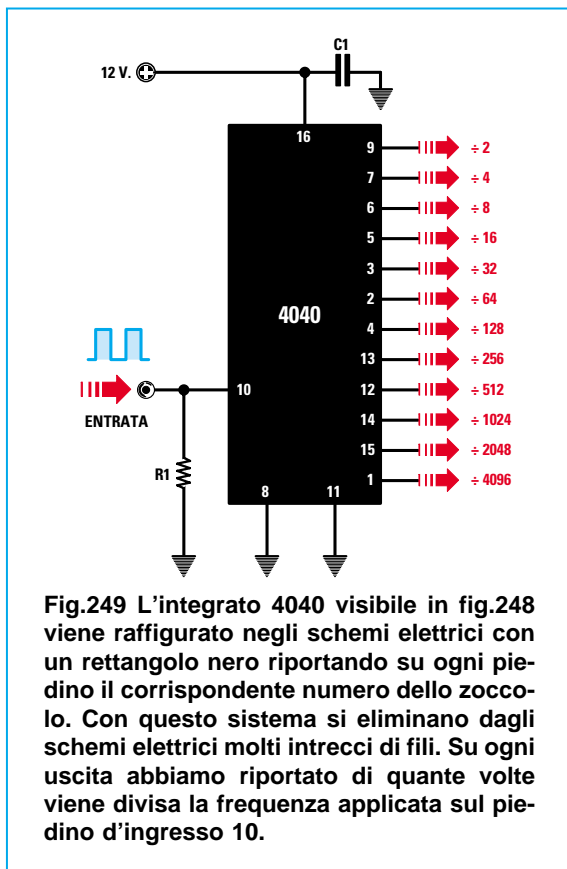
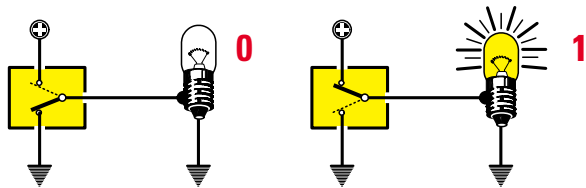



Fig.251 Vi ricordiamo che un Livello logico 0 equivale ad un piedino cortocircuitato a Massa, mentre un Livello logico 1 ad un piedino cortocircuitato verso il Positivo di alimentazione.

Quando il **divisore** inizia la sua divisione tutti i suoi piedini d'uscita sono a **livello logico 0**, quindi i **diodi** collegati su questi piedini **cortocircuitano** a **massa** tramite l'integrato la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2**, che non potrà così raggiungere il piedino di **reset**.

Al **primo** impulso il piedino d'uscita **9** si porta a **livello logico 1** (vedi fig.254) e sebbene su questo piedino sia presente una tensione **positiva**, gli altri piedini **7-6-5** si trovano ancora a **livello logico 0**, quindi la tensione positiva fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dai **diodi** collegati sui questi piedini.

Al **secondo** impulso si porta a **livello logico 0** il piedino **9** e a **livello logico 1** il piedino **7**, quindi anche in questo caso la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene cortocircuitata e non può raggiungere il piedino **11** di **reset**.

Al **terzo** impulso si trovano a **livello logico 1** sia il piedino **9** sia il piedino **7** (vedi fig.255), ma sui piedini **6-5** è presente un **livello logico 0**, quindi la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dai **diodi** collegati su questi piedini.

Al **quarto** impulso si porta a **livello logico 1** il solo piedino **6**, ma anche se su questo piedino abbiamo una tensione **positiva**, gli altri piedini **9-7-5** si trovano a **livello logico 0**, quindi i **diodi** ad essi collegati **cortocircuitano** a **massa** la tensione **positiva** presente sulla resistenza **R2**.

Proseguendo arriviamo al **settimo** impulso e come potete vedere nella fig.253 e meglio ancora nella fig.256, si trovano a **livello logico 1** i tre piedini **9-7-6**, ma poiché sul piedino **5** è presente un **livello logico 0**, la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dal **diodo** collegato su questo piedino.

Al **quattordicesimo** impulso si trovano a **livello logico 1** i piedini **7-6-5**, ma poiché sul piedino **9** è presente un **livello logico 0**, la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dal **diodo** collegato su questo piedino.

Solo al **quindicesimo** impulso tutti i quattro piedini d'uscita **9-7-6-5** si trovano a livello logico **1** (vedi fig.253), quindi la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** non essendo più cortocircuitata a **massa** da nessun diodo può raggiungere il piedino **11** di **reset** (vedi fig.258), che provvederà a **cancellare** tutto il conteggio effettuato riportando al **sedicesimo** impulso tutti i quattro piedini **9-7-6-5** a **livello logico 0** (vedi fig.259).
Se facciamo la somma dei **Pesi** di questi quattro piedini otteniamo **8 + 4 + 2 + 1 = 15**.

Fig.252 Se colleghiamo un diodo sui quattro piedini 9-7-6-5 che hanno Peso 1-2-4-8, noi riusciremo a dividere la frequenza applicata sull'ingresso per 15. Infatti solo al 15° impulso ritroveremo una tensione positiva tra la resistenza R2 e la Massa. Sul piedino di Reset abbiamo inserito una lampadina anche se non la vedremo mai accendersi, perché la tensione Positiva rimane per una frazione di secondi.

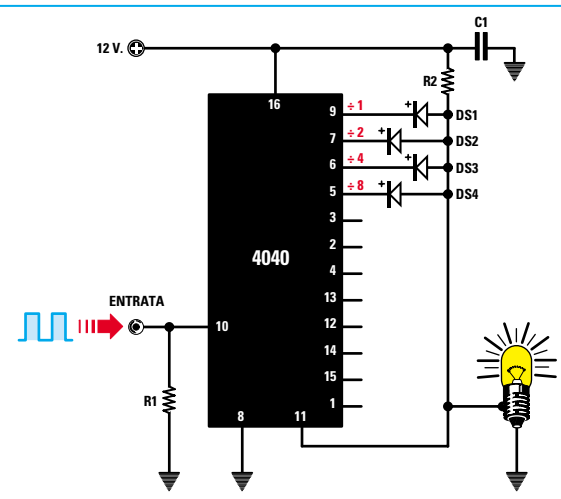
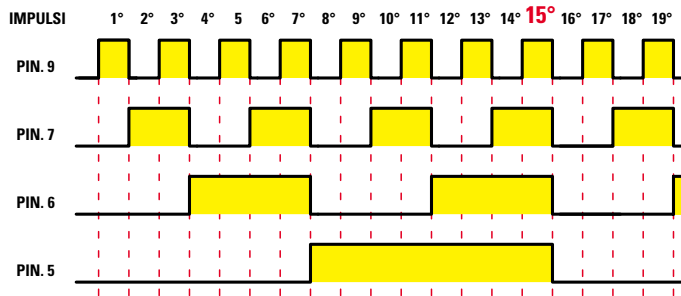



Fig.253 In questo grafico possiamo vedere i Livelli logici 1 che appaiono sui piedini 9-7-6-5 partendo dal 1° impulso fino ad arrivare al 15° impulso. Sul piedino 11 del 4040 di fig.252 ritroviamo una tensione positiva solo quando tutti i quattro piedini sono a Livello logico 1.

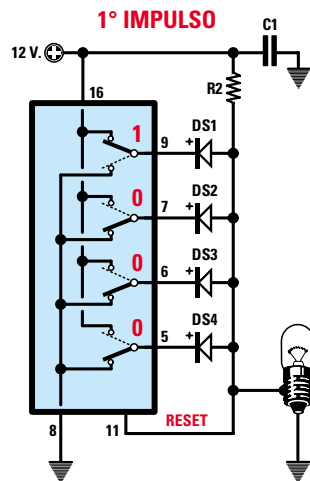



Fig.254 Al 1° impulso ritroviamo un Livello logico 1 solo sul piedino 9, quindi la lampadina rimarrà spenta.

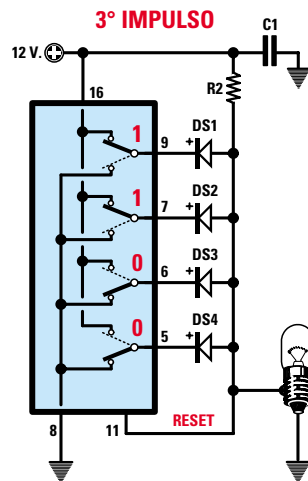



Fig.255 Al 3° impulso ritroviamo un Livello logico 1 sui piedini 9-7 ed anche in questo caso la lampadina rimarrà spenta.

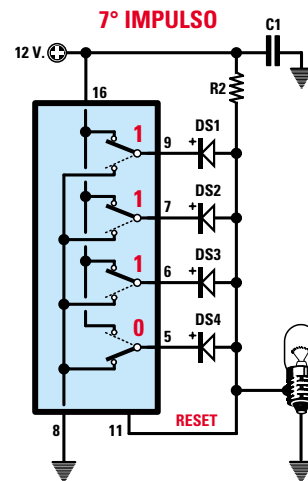



Fig.256 Al 7° impulso ritroviamo un Livello logico 1 solo sui piedini 9-7-6, quindi la lampadina rimarrà ancora spenta.

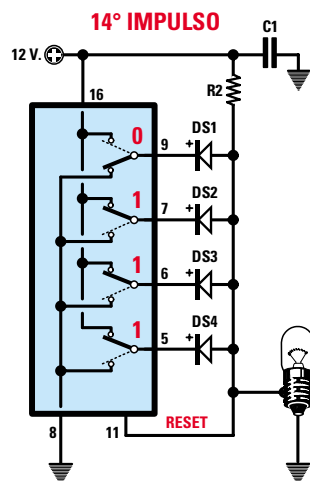



Fig.257 Al 14° impulso ritroviamo un Livello logico 1 solo sui piedini 7-6-5, quindi la lampadina rimarrà sempre spenta.

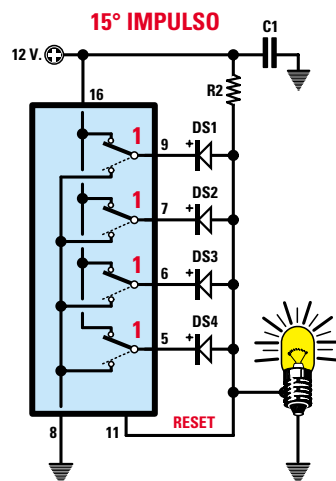



Fig.258 Al 15° impulso ritroviamo un Livello logico 1 su tutti i quattro piedini (vedi fig.253) e la lampadina si accenderà.

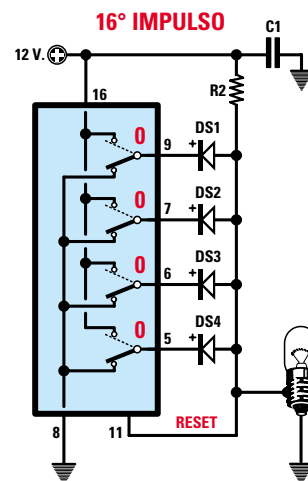



Fig.259 Al 16° impulso ritroviamo un Livello logico 0 su tutti i quattro piedini, quindi la lampadina tornerà a spegnersi.

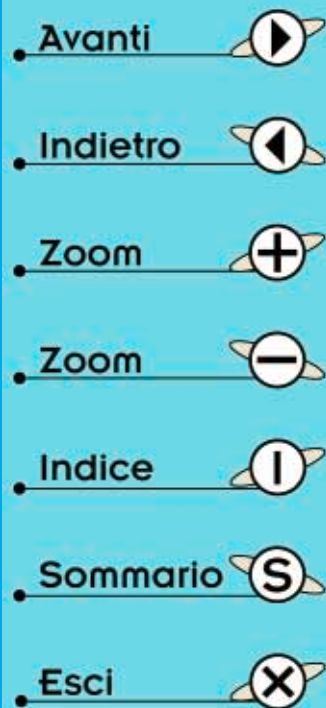



TABELLA N.9

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE												
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA												

Fig.260 Per sapere a quali piedini d'uscita del divisore 4040 occorre collegare un diodo per ottenere il richiesto fattore di divisione, consigliamo di usare questa Tabella. Nella casella Fattore Divisione va inserito il "numero" della divisione che si vuole ottenere e nella casella Differenza il numero che si otterrà sottraendo dal Fattore Divisione il Peso.

Per sapere su quali piedini dovrete collegare i **diodi** per ottenere un preciso **Fattore** di **divisione**, vi consigliamo di usare la **Tabella N.9**.
Nella casella **Fattore divisione** dobbiamo inserire il **numero** della divisione che vogliamo ottenere.
Nella casella **Peso** riportiamo il numero di divisione di ogni singolo piedino partendo dal suo massimo fino al suo minimo. Nella casella in basso, quella che abbiamo chiamato **Differenza**, andrà riportato il numero che otterremo dalla **sottrazione** tra il **Fattore** di **divisione** ed il **Peso** del piedino.
Per imparare ad usare questa **Tabella**, che si rivelerà molto utile, vi portiamo qualche esempio.
Supponiamo di voler **dividere** una frequenza per **1.255** volte. Questo numero corrisponde al nostro **Fattore** di **divisione** e va scritto nella prima casella della colonna posta sotto il **piedino 1**.
Poiché non possiamo sottrarre da **1.255** il numero riportato nella casella **peso**, cioè **2.048**, nella casella in basso della **Differenza** scriviamo **no**.

Riportiamo quindi il numero **1.255** nella casella successiva sotto il piedino **15**, poi controlliamo se risulta possibile eseguire una **sottrazione** con il numero **1.024** riportato nella casella **Peso**.

Da questa sottrazione otteniamo un **resto** di **231**, che scriviamo in basso nella casella **Differenza**.

Riportiamo questo **resto** nella **terza** casella sotto il piedino **14** e poiché non possiamo sottrargli un **Peso** di **512**, nella casella in basso della **Differenza** scriviamo **no**.

Riportiamo l'ultima **differenza** trovata, cioè **231**, nella **quarta** casella sotto il piedino **12** e poiché anche in questo caso non è possibile **sottrargli** un **Peso** di **256**, in basso scriviamo **no**.

Riportiamo lo stesso numero **231** nella **quinta** casella sotto il piedino **13**, poi eseguiamo la **sottrazione** con il **Peso 128** ottenendo un **resto** di **103** che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il resto di **103** nella **sesta** casella sotto il piedino **4**, poi eseguiamo la **sottrazione** con il **Peso 64** ottenendo un **resto** di **39** che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il **resto** di **39** nella **settima** casella sotto il piedino **2**, poi eseguiamo la **sottrazione** con il **Peso 32** ottenendo un **resto** di **7** che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il numero **7** nell'**ottava** casella sotto il piedino **3** e poiché non possiamo sottrargli il **Peso** che è **16**, nella casella in basso scriviamo **no**.

Riportiamo lo stesso numero **7** nella **nona** casella sotto il piedino **5** e poiché anche qui non possiamo sottrargli il suo **Peso**, che è **8**, nella casella in basso scriviamo **no**.

Proseguendo riportiamo il numero **7** nella **decima** casella sotto il piedino **6** che ha **Peso 4**, poi facciamo la sottrazione ottenendo un **resto** di **3**, che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il resto di **3** nell'**undicesima** casella sotto il piedino **7**, che ha **Peso 2**, poi facciamo la sottrazione ottenendo un **resto** di **1**, che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il **resto** di **1** nella **dodicesima** ed ultima casella sotto il piedino **9**, poi facciamo la sottrazione ottenendo **1-1 = 0**.

L'esempio appena descritto è stato esemplificato nella **Tabella N.10**.
Eseguite tutte queste **sottrazioni**, su tutti i piedini che nella casella **Differenza** hanno un **resto**, compreso lo **0**, dovremo collegare un **diodo**, mentre su tutti i piedini d'uscita che nella casella **Differenza** hanno un **no**, non dovremo collegare nessun diodo (vedi fig.261).
Se ora facciamo la **somma** dei **pesi** corrispondenti ai piedini sui quali è collegato un **diodo**, otteniamo

TABELLA N.10

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE	1.255	1.255	231	231	231	103	39	7	7	7	3	1
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA	no	231	no	no	103	39	7	no	no	3	1	0

Fig.261 Volendo dividere una frequenza di 1.255 volte dobbiamo riportare questo numero nella prima casella in alto a sinistra, poi facciamo la sottrazione con il Peso. Poiché non è possibile sottrarre da 1.255 il numero 2.048, in basso scriviamo NO e riportiamo il numero 1.255 nella casella di destra per fare la sottrazione. Riportiamo il suo resto in alto nella successiva casella e procediamo così fino ad arrivare sull'ultima casella. Quando non riusciamo a fare la sottrazione in basso scriviamo NO. Il diodo va inserito sul piedino (vedi in alto) che nella casella in basso ha un numero compreso lo 0.

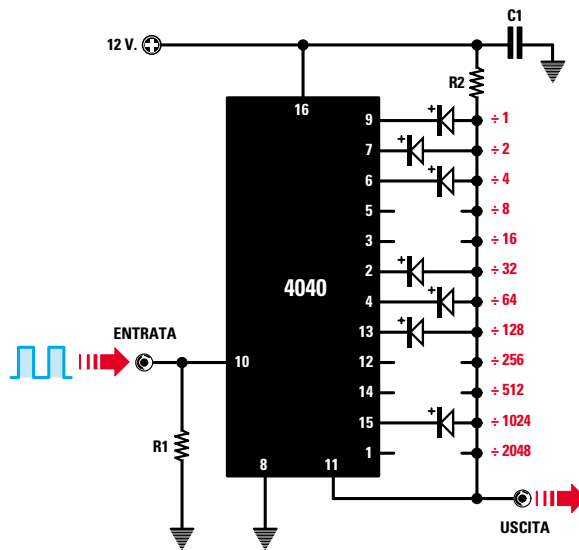



TABELLA N.11

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE	120	120	120	120	120	120	56	24	8	0	0	0
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA	no	no	no	no	no	56	24	8	0	no	no	no

Fig.262 Volendo dividere una frequenza di 120 volte dobbiamo riportare questo numero nella prima casella in alto a sinistra poi fare la sottrazione con il Peso. Poiché fino al Peso 64 non possiamo sottrarre il numero 120, nelle prime cinque caselle in basso scriviamo NO. Nella sesta casella c'è un resto di 56, che riportiamo nella settima casella e così procediamo fino ad arrivare al Peso che ci darà come risultato 0.
Se facciamo la somma dei Pesi per i quali in basso appare un numero compreso lo 0, conosceremo l'esatto fattore di divisione:
64 + 32 +16 + 8 = 120.

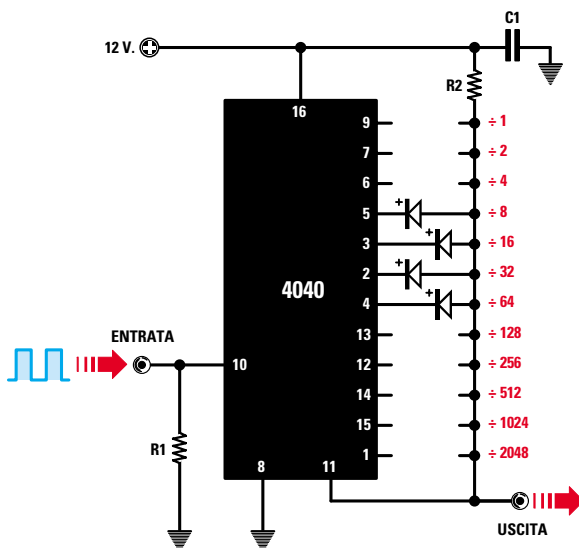
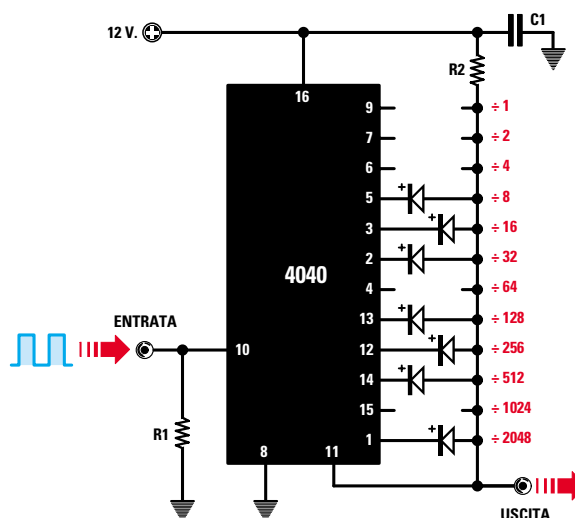



TABELLA N.12

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE	3.000	952	952	440	184	56	56	24	8	0	0	0
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA	952	no	440	184	56	no	24	8	0	no	no	no

Fig.263 Volendo dividere una frequenza di 3.000 volte dobbiamo riportare questo numero nella prima casella in alto a sinistra poi fare la sottrazione con il Peso. Se questa sottrazione non si riesce a fare in basso scriviamo NO, se si riesce a fare il numero ottenuto lo riportiamo nella casella successiva e così procederemo fino ad ottenere il numero 0. Quindi sui piedini 9-7-6-4-15 non dovremo inserire nessun diodo.
Nell'orologio digitale utilizziamo come fattore di divisione 3.000 per prelevare dalla frequenza di rete a 50 Hertz 1 impulso ogni minuto.

esattamente il nostro **fattore** di **divisione**, cioè il numero per il quale vogliamo che venga divisa la frequenza in uscita:

1 + 2 + 4 + 32 + 64 + 128 + 1.024 = 1.255

Se volessimo dividere una frequenza per **120** e volessimo conoscere su quali piedini d'uscita occorre collegare un diodo, dovremmo procedere con lo stesso sistema utilizzato per il numero **1.255**, inserendo il numero **120** nella **prima** casella sotto il piedino **1**.

Se non riusciamo a sottrarre dal numero **120** il **Peso** del piedino, nella casella **Differenza** scriviamo **no**, poi riportiamo questo numero nella casella successiva fino a trovare il numero del **Peso** con cui è possibile eseguire la **sottrazione**.
Come abbiamo già detto, dobbiamo sempre riportare il **resto** che otteniamo dalla **sottrazione** nella successiva casella a destra.
Nella **Tabella N.11** abbiamo riportato il risultato di una divisione per **120**.
Quindi per ottenere un **fattore** di **divisione** di **120** dovremo collegare un **diodo**:

sul **piedino 5** che divide **8** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 3** che divide **16** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 2** che divide **32** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 4** che divide **64** ci vuole un **diodo**

A riprova di ciò, se facciamo la **somma** dei **pesi** dei piedini sui quali abbiamo **inserito** un diodo (vedi fig.262) otteniamo il **fattore** di **divisione**:

8 + 16 + 32 + 64 = 120

Allo stesso modo, per **dividere** una frequenza d'ingresso per **3.000** volte eseguiremo le operazioni riportate nella **Tabella N.12**, poi sui piedini d'**uscita** per i quali appare un **resto**, compreso lo **0**, collegheremo un **diodo** (vedi fig.263):

sul **piedino 5** che divide **8** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 3** che divide **16** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 2** che divide **32** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 13** che divide **128** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 12** che divide **256** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 14** che divide **512** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 1** che divide **2.048** ci vuole un **diodo**

Se facciamo la **somma** dei **pesi** dei piedini sui quali abbiamo **inserito** un diodo, otteniamo il **fattore** di **divisione**:

8 + 16 + 32 + 128 + 256 + 512 + 2.048 = 3.000

PER ottenere 1 IMPULSO ogni minuto

Per far funzionare un qualsiasi **orologio digitale** è necessario che nel contatore entri **1 impulso** ogni

minuto, e noi abbiamo prelevato questo impulso dalla frequenza dei **50 Hertz** della **rete** che, contrariamente a quanto si potrebbe supporre, ha una **precisione** molto elevata **50,000,000,000 Hertz**.
La frequenza di **50 Hertz** corrisponde in pratica a **50 impulsi** al **secondo**, quindi in **1 minuto**, che come si sa è composto da **60 secondi**, avremo:

50 x 60 = 3.000 impulsi

Per ottenere **1 impulso** ogni **minuto** ci occorre un **divisore** che divida esattamente per **3.000**.
L'esempio riportato nella **Tabella N.12** ci indica su quali piedini del **divisore 4040** dobbiamo collegare un **diodo** per ottenere un esatto **fattore** di **divisione** pari a **3.000**.

1 ORA è composta da 60 minuti

Disponendo di **1 impulso** ogni **minuto**, ora dobbiamo preoccuparci di azzerare il conteggio al **60° impulso** e far apparire automaticamente il numero **1** sui display delle **Ore**. Il contatore **4518** utilizzato per pilotare le decodifiche **4511** è composto da **due** stadi divisori **x10**, perciò se su questi non apportiamo nessuna modifica, vedremo apparire sui display tutti i numeri da **0** fino a **99**, mentre negli orologi è indispensabile che il conteggio dei **minuti** si fermi a **60** per partire nuovamente da **0**.

Per ottenere questa condizione è sufficiente collegare sui piedini d'uscita **12-13** del **secondo** contatore, contenuto all'interno dell'integrato **4518** (vedi fig.265), due **diodi** rivolgendo i terminali **K** verso i piedini **12-13** e i terminali **A** verso i piedini di **reset 7-15**, che sono alimentati dalla resistenza **R1**.

Fino al numero **5**, ci sarà sempre uno dei **diodi** collegati sui piedini **12-13** che cortocircuita a **massa** (tramite le uscite del **contatore**) la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R1**, quindi sui piedini di **reset 7-15** del contatore **4518** avremo sempre un **livello logico 0**.

Quando il display delle **decine** dei **minuti** passa dal numero **5** al numero **6**, i piedini **12-13**, che hanno peso **2** e **4**, si portano entrambi a **livello logico 1** e quindi i **diodi** non cortocircuitano più a massa la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R1**, che può raggiungere i piedini **7-15** di **reset**.
Quando sui piedini di **reset** giunge un **livello logico 1** questi azzerano il conteggio e dal numero **6** si passa al numero **0**.

Per verificare se effettivamente i piedini **12-13** si portano entrambi a **livello logico 1** quando sul **display** delle **decine** appare il numero **6**, potete consultare la **Tabella N.13** nella quale abbiamo riportato i vari livelli logici che appaiono sui piedini di uscita del **4518** per ogni numero da **0** a **6**.

TABELLA N.13

numero display	pied. 14 peso 8	pied. 13 peso 4	pied. 12 peso 2	pied. 11 peso 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0

Anche in questo caso per sapere su quali piedini collegare un **diodo** per ottenere un fattore di divisione di **6**, abbiamo usato la stessa tecnica utilizzata per il **divisore programmabile 4040**.

PIEDINO	14	13	12	11
FATTORE DIVISIONE	6	6	2	0
PESO	8	4	2	1
DIFFERENZA	no	2	0	no

Fig.264 Per sapere a quali piedini del contatore 4518 dobbiamo collegare un diodo per farlo contare fino al numero 6 useremo questa Tabella con i Pesi 8-4-2-1.

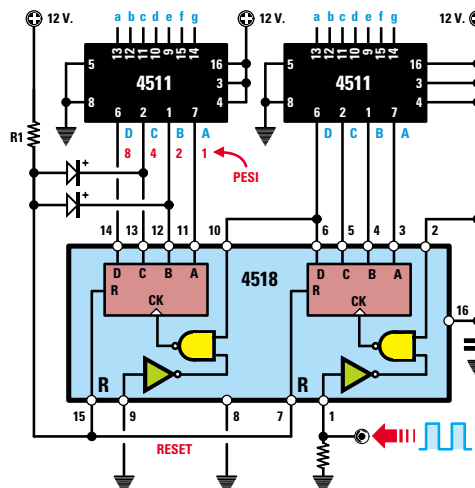



Fig.265 Inserendo un diodo sul piedino 12 che ha Peso 2 ed uno sul piedino 13 che ha Peso 4, il contatore arriverà fino al numero 6 poi ripartirà da 0.

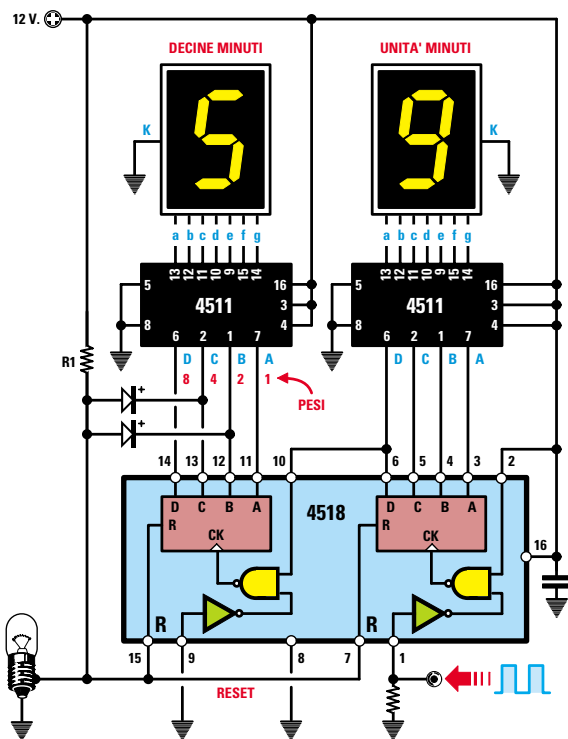



Fig.266 Con i due diodi collegati sui piedini 12-13 del contatore a sinistra vedremo apparire sui Display tutti i numeri da 00 fino a 59.
Come possiamo vedere nella Tabella N.13, fino al numero 5 abbiamo sempre uno dei piedini 12-13 che si trova a Livello logico 0 quindi la tensione positiva fornita dalla resistenza R1 verrà cortocircuitata a massa dal diodo collegato sul piedino che si trova a Livello Logico 0.

Fig.267 Quando dal numero 59 si passerà al numero 60, entrambi i piedini 12-13 si porteranno a Livello logico 1 (vedi Tabella N.13), quindi i due diodi non cortocircuiteranno più a massa la tensione positiva presente ai capi della resistenza R1. Questa tensione potrà raggiungere i piedini di Reset 15-7 che provvederanno ad azzerare i due contatori facendo ripartire il conteggio dal numero 00.
Il numero 60 non si vedrà mai apparire sui display perché la tensione positiva nell'istante in cui raggiunge i piedini di Reset subito cancellerà il numero 60.

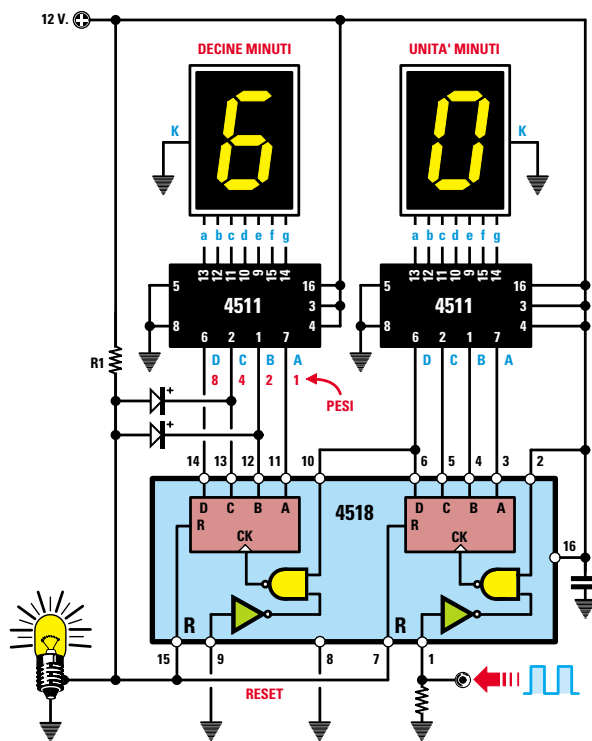
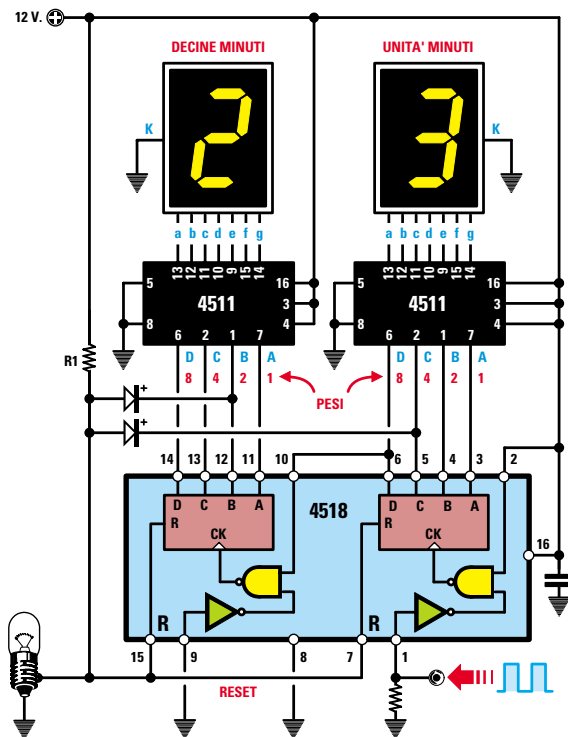
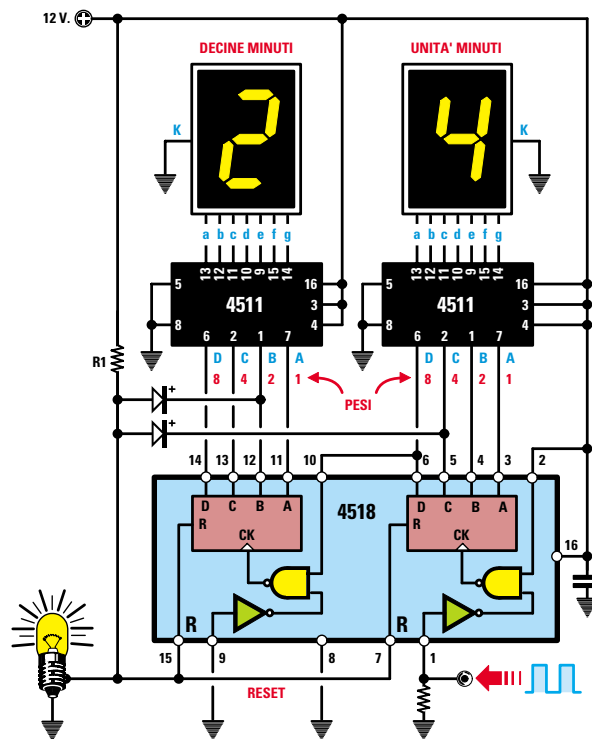



Fig.268 Con un diodo collegato al piedino 5 con Peso 4 del primo contatore a destra ed un diodo collegato al piedino 12 con Peso 2 del secondo contatore a sinistra, vedremo apparire tutti i numeri da 00 fino al numero 23.
Come possiamo vedere nella Tabella N.14, fino al numero 23 la tensione positiva fornita dalla resistenza R1 verrà cortocircuitata a massa dal diodo collegato sul piedino che si trova a Livello Logico 0.

Fig.269 Quando dal numero 23 si passerà sul numero 24, entrambi i piedini 5-12 si porteranno a Livello logico 1 (vedi Tabella N.14), quindi i due diodi non cortocircuiteranno più a massa la tensione positiva presente ai capi della resistenza R1. Questa tensione potrà raggiungere i piedini di Reset 15-7 che provvederanno ad azzerare i due contatori, quindi il conteggio ripartirà dal numero 00.
Il numero 24 non si vedrà mai apparire sui display perché la tensione positiva nell'istante in cui raggiunge i piedini di Reset subito cancellerà il numero 24.

Come avrete già intuito, i diodi devono essere collegati sui soli piedini **13-12**, dove nella casella **Differenza** abbiamo un **resto** compreso lo **0**.

In realtà il numero **6** non apparirà mai sui display, perché non appena i due piedini **13-12** si portano a **livello logico 1**, sui piedini **15-7** di **reset** giunge la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R1** e quindi il conteggio si azzera (vedi fig.267).

Quando entrambi i piedini di **reset 15-7** si portano a **livello logico 1**, sul piedino **1** del contatore **4518** delle **unità** delle **ore** viene inviato un impulso **positivo** che fa apparire sul display il numero **1**.

Ogni **60 minuti** il display delle **ore** avanzerà dunque di una **unità** e da **1** passerà a **2** poi a **3** a **4-5**, ecc. fino a **24**.

1 GIORNO è composto da 24 ORE

Poiché anche per le **unità** e **decine** di **ore** abbiamo impiegato un contatore **4518** (vedi fig.268) composto da due stadi che dividono **x10**, dovremo **resettare** il conteggio al numero **24**, diversamente proseguirà fino al numero **99**.
Per resettare il conteggio al numero **24** dobbiamo collegare un **diodo** sul piedino **5** del contatore delle **unità** di **ore**, che ha **peso 4**, e un **diodo** sul piedino **12** del contatore delle **decine** di **ore** che ha **peso 2** (vedi fig.268).

Quando il display delle **decine** di **ore** è sul numero **2** e quello delle **unità** di **ore** passa al numero **4**, entrambi i piedini **5-12** si portano a **livello logico 1**. In questa condizione i **diodi** collegati su questi piedini non possono più cortocircuitare a massa la tensione positiva fornita dalla resistenza **R1**, che può così raggiungere i piedini **7-15** di **reset**, i quali azzerando tutto il conteggio, lo faranno ripartire dal numero **00**.

Per verificare se i piedini **5-12** si portano entrambi a **livello logico 1** quando sui due **display** appare il numero **24**, basta consultare la **Tabella N.14** nella quale abbiamo riportato i livelli logici che appaiono sui piedini di uscita del **4518** per ogni numero da **19** a **24** che appare sul display.

Quando sui display delle **unità** e **decine** appare un qualsiasi altro numero, noi avremo sempre **uno** dei piedini di questi due contatori a **livello logico 0**, quindi la tensione **positiva** presente ai capi della resistenza **R1** verrà cortocircuitata a **massa** (tramite le uscite del **contatore**) da uno di questi piedini e non potrà raggiungere i piedini di **reset 7-15** del contatore **4518**.
Ad esempio, alle ore **22**, sul piedino **12** del contatore per le **decine** delle ore è presente un **livello logico 1**, ma sul piedino **5** del contatore per le **unità** delle ore è presente un **livello logico 0**, quindi sarà il **diodo** collegato sul piedino **5** a cortocircuitare a **massa** la tensione **positiva** presente ai capi della resistenza **R1**.
Anche alle ore **23** sul piedino **12** del contatore per le **decine** delle ore è presente un **livello logico 1** e sul piedino **5** del contatore delle **unità** delle ore è presente un **livello logico 0.**

Solo alle ore **24**, quando sul piedino **12** del contatore delle **decine** delle ore è presente un **livello logico 1** e lo stesso livello logico si trova anche sul piedino **5** del contatore delle **unità** delle ore, non c'è più nessun diodo che **cortocircuiti** a **massa** la

TABELLA N.14

	contatore 4518 per le decine di ore				contatore 4518 per le unità di ore			
pied. 14 peso 8	pied. 14 peso 8	pied. 13 peso 4	pied. 12 peso 2	pied. 11 peso 1	pied. 6 peso 8	pied. 5 peso 4	pied. 4 peso 2	pied. 3 peso 1
19	0	0	0	1	1	0	0	1
20	0	0	1	0	0	0	0	0
21	0	0	1	0	0	0	0	1
22	0	0	1	0	0	0	1	0
23	0	0	1	0	0	0	1	1
24	0	0	1	0	0	1	0	0

Fig.270 In questa Tabella possiamo vedere che qualsiasi numero da 0 a 23 apparirà sui due Display delle Ore, avremo sempre uno dei due piedini 5-12 a Livello logico 0. Solo quando si passerà sul numero 24 entrambi i piedini 5-12 si porteranno a Livello logico 1, quindi la tensione positiva presente ai capi della resistenza R1 potrà raggiungere i piedini di Reset 15-7 che provvederanno ad azzerare i due contatori.

tensione **positiva** presente ai capi della resistenza **R1**, che potrà raggiungere i due piedini di **reset 7-15** che provvederanno ad azzerare il conteggio facendolo così ripartire dal numero **00** (vedi fig.269).

In pratica **non** vedremo mai apparire sui display il numero **24**, perché nell'istante in cui si passa alle ore **24.00**, i piedini di **reset** cancelleranno il conteggio facendo apparire sui display **00.00**.

Ora che vi abbiamo spiegato come si possano programmare, tramite dei diodi, le uscite dei due contatori **4518** per farli dividere per 60 e per 24, possiamo già passare al nostro orologio.

Nella **Lezione N.17** vi abbiamo anche spiegato perché i **contatori 4518** dispongono di **2** piedini d'ingresso (vedi piedini **1-2** e **9-10**) ed anche perché nel **primo** contatore si entra sul piedino **1** e nel **secondo** contatore sul piedino **10**.

SCHEMA ELETTRICO dell'OROLOGIO

Conoscendo le funzioni svolte dagli integrati **4511-4518-4040**, possiamo passare a descrivervi lo schema elettrico riportato in fig.272.

Come in qualsiasi altro schema, anche in questo tutti gli integrati (escluso il **4518**) sono stati raffigurati con un **rettangolo** disponendo i loro piedini d'ingresso e d'uscita nella posizione più idonea per ridurre al minimo gli **incroci** di fili che altrimenti renderebbero lo schema meno leggibile.

Per la descrizione del funzionamento iniziamo dal trasformatore di alimentazione **T1** provvisto di un **primario** idoneo per una tensione di **220 volt** e di un secondario in grado di erogare **12 volt** con una corrente di circa **0,5 amper**.

La tensione dei **12 volt** viene applicata al ponte raddrizzatore **RS1** che la trasforma da tensione alternata in tensione **continua**.
Per rendere questa tensione perfettamente **continua** l'abbiamo livellata con il condensatore elettrolitico **C1** da **2.200 microfarad**.

Poiché la tensione **continua** ottenuta raggiunge un valore di circa **16 volt** e l'orologio va alimentato con una tensione **stabilizzata** di **12 volt**, per portarla sul valore richiesto utilizziamo un integrato **stabilizzatore** tipo **L.7812**, che nello schema elettrico è siglato **IC1**.

Applicando sul piedino **E**ntrata di **IC1** una tensione di **16 volt**, sul piedino **U**scita preleviamo una tensione di **12 volt** che non varierà anche se la tensione di rete dovesse scendere a **210 volt** oppure salire a **230 volt**.

Dal secondario del trasformatore **T1** preleviamo tramite la resistenza **R1** anche la **frequenza** di rete dei **50 Hz**, che verrà applicata al diodo zener **DZ1** che ne limita l'ampiezza sui **12 volt**.
Il condensatore **C5** posto in parallelo a questo diodo zener serve per attenuare tutti gli **impulsi** spuri presenti sulla tensione di rete (impulsi causati dall'accensione di interruttori, dal termostato del frigorifero ecc.), che potrebbero far **avanzare** il conteggio dell'orologio.

I **50 Hz** vengono applicati sul **divisore** programmabile **IC2**, un **4040**, che tramite i diodi collegati sui piedini **1-14-12-13-2-3-5**, risulta programmato per **dividere** per **3.000** (vedi fig.263) in modo da prelevare sul piedino **11**, tramite il diodo **DS8**, un impulso **positivo** ogni **minuto** che verrà poi applicato sul piedino **1** del primo contatore presente all'interno dell'integrato **IC4**.

Il doppio contatore siglato **IC4**, un **4518**, è stato utilizzato per visualizzare i **minuti**, mentre il doppio contatore siglato **IC3** per visualizzare le **ore**.

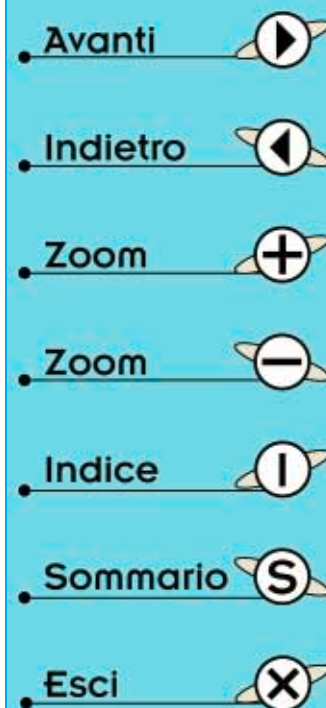
Le resistenze collegate tra le uscite delle **decodifiche 4511** e l'ingresso di ogni **display** (vedi rettangoli siglati **R9-R10-R12-R13**) limitano la corrente di assorbimento dei **segmenti** dei display evitando così che si danneggino.

I due diodi **DS12-DS13**, collegati sui piedini **12-13** di **IC4**, ci servono per ottenere un **divisore** per **60**, come già vi abbiamo spiegato con le figg.266-267.

Il diodo **DS11**, collegato sul piedino **5** di **IC3** e il diodo **DS10**, anch'esso collegato sul piedino **12** di **IC3**, ci servono per ottenere un **divisore** per **24**, come vi abbiamo spiegato con le figg.268-269.

Quando il contatore dei **minuti** siglato **IC4** raggiunge il numero **60**, sui piedini di **reset 7-15** giunge un impulso **positivo** che, passando attraverso il diodo **DS9**, raggiunge il piedino **1** del secondo contatore **IC3**, che provvede a far avanzare di una **unità** il numero visualizzato sul display delle **ore**.

Il **transistor** (vedi **TR1**) presente in questo orologio ci serve per far lampeggiare il **punto decimale** sul **display** delle **unità** di **ore**.
Poiché la **B**ase di questo transistor è collegata al piedino **2** del **divisore IC2**, noi vedremo accendersi e spegnersi questo **punto** all'incirca ogni **secondo**, per essere più precisi ogni **1,28 secondi**.

Infatti la frequenza dei **50 Hz** prelevata dal piedino

2 viene divisa per **32**, pertanto avremo disponibile una frequenza di:

50 : 32 = 1,5625 Hertz

che corrisponde ad un **tempo** in **secondi** di:

1 : 1,5625 = 0,64 secondi

Quindi il **punto** decimale rimarrà **spento** per **0,64 secondi** e si **accenderà** per **0,64 secondi** e di conseguenza lampeggerà ogni **1,28 secondi**.

Dal piedino **5** del divisore **IC2** preleviamo una frequenza di **50 : 8 = 6,25 Hz**, che applichiamo sui due pulsanti **P1** (minuti) e **P2** (ore) e che ci serve per poter mettere a punto i **minuti** e le **ore**.

Infatti, una volta completato l'orologio, non appena lo collegherete alla rete dei **220 volt**, sui display potrà apparire il numero **00.00** o anche un numero **casuale**, quindi dovrete metterlo a punto.

Il **pulsante P1** va tenuto pigiato fino a quando sui **display** non compaiono gli esatti **minuti**.

Il **pulsante P2** va tenuto pigiato fino a quando sui **display** non compare l'**ora** esatta.

Questi due pulsanti vi saranno anche utili per **mettere** a punto l'orologio ogni volta che verrà a **mancare** la **tensione** di rete oppure quando l'ora da **solare** cambierà in **legale** o viceversa, oppure se noterete che dopo due o tre mesi l'orologio è avanzato di **1-2 minuti** a causa degli **impulsi spuri** entrati dalla rete elettrica.

Con questa lezione sull'orologio abbiamo compiuto un ulteriore passo avanti, perché ora sapete a cosa servono le decodifiche **4511**, i contatori **4518** e come possiamo programmarli per ottenere un conteggio che si azzeri sul numero **60** o sul numero **24** ed anche come si riesce a programmare l'integrato **4040** per dividere una frequenza per un numero qualsiasi.

Infatti se ora vi chiedessimo che funzione esplicano i diodi **DS12-DS13** collegati sul contatore **IC4** oppure i diodi **DS10-DS11** collegati sul contatore **IC3**, sapreste darci subito una risposta e sapreste anche perché abbiamo collegato ben **sette diodi** sui piedini dell'integrato siglato **IC2**, cioè sul **divisore programmabile** tipo **4040**.

Seguendo le nostre Lezioni avrete compreso che l'**elettronica** è **difficile** solo se viene spiegata in modo incomprensibile, diversamente risulta molto **semplice**.

ELENCO COMPONENTI LX.5035

R1 = 4.700 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 68.000 ohm
R4 = 4.700 ohm
R5 = 68.000 ohm
R6 = 4.700 ohm
R7 = 4.700 ohm
R8 = 2.200 ohm
R9 = 820 ohm (rete resistiva)
R10 = 820 ohm (rete resistiva)
R11 = 1.000 ohm
R12 = 820 ohm (rete resistiva)
R13 = 820 ohm (rete resistiva)
C1 = 2.200 microF. elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 220 microF. elettrolitico
C5 = 220.000 pF poliestere
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 100.000 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere
RS1 = ponte raddriz. 100 V 1 A
DS1-DS13 = diodi tipo 1N.4148
DZ1 = zener 12 volt 1/2 watt
DISPLAY1-4 = tipo BSC A12 RD
TR1 = NPN tipo BC.547
IC1 = integrato tipo L.7812
IC2 = integrato C/Mos 4040
IC3 = integrato C/Mos 4518
IC4 = integrato C/Mos 4518
IC5 = integrato C/Mos 4511
IC6 = integrato C/Mos 4511
IC7 = integrato C/Mos 4511
IC8 = integrato C/Mos 4511
T1 = trasform. 6 watt (T006.01)
sec. 12 volt 0,5 amper
P1 = pulsante
P2 = pulsante

Nota: tutte le resistenze utilizzate in questo circuito sono da 1/4 di watt.

Fig.271 Connessioni dell'integrato siglato IC1 utilizzato per stabilizzare la tensione sui 12 volt.

Zoom
Zoom

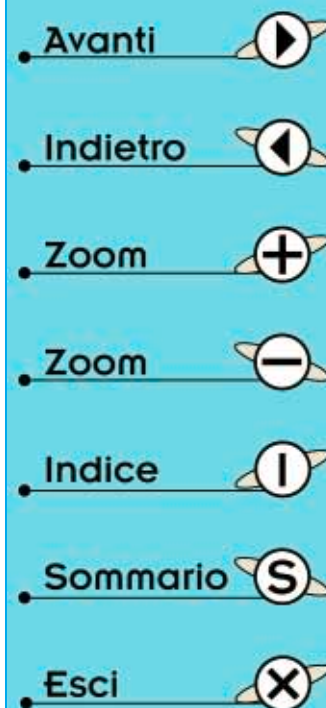
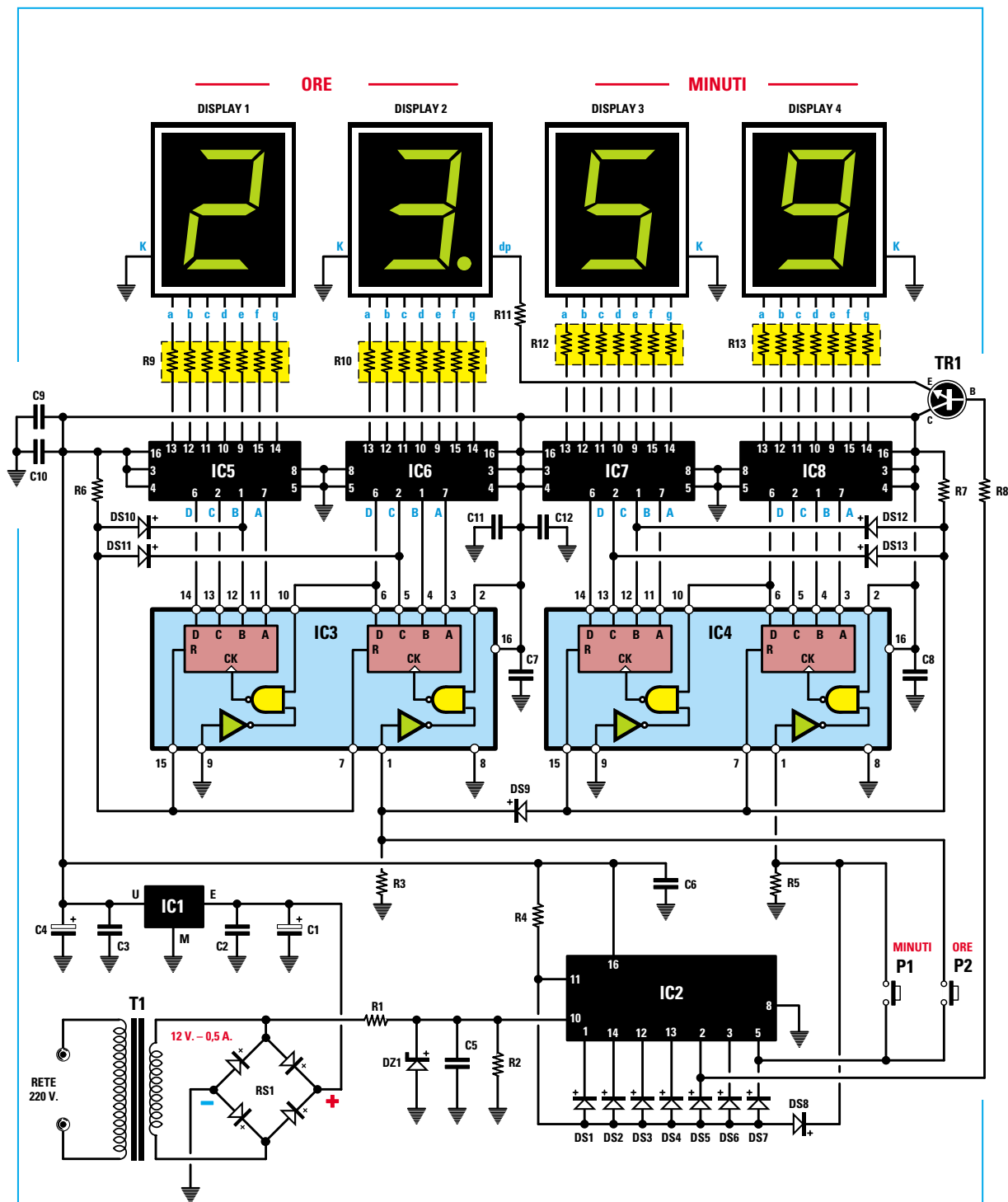



Fig.272 Schema elettrico dell'orologio digitale. L'integrato IC2 viene utilizzato per dividere per 3.000 la frequenza di rete dei 50 Hertz (vedi fig.263), l'integrato IC4 viene utilizzato per contare i Minuti fino al numero 60 (vedi fig.267), mentre l'integrato IC3 viene utilizzato per contare le Ore fino al numero 24 (vedi fig.269). I pulsanti P1-P2 presenti nel circuito servono per mettere a punto l'orologio la prima volta che l'accenderemo.

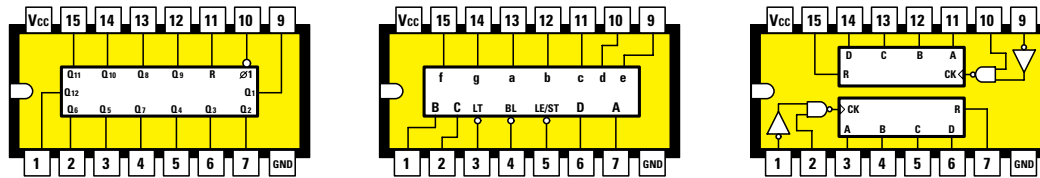



Fig.273 Disposizione dei piedini degli integrati utilizzati in questo orologio. Le connessioni sono viste da sopra con la tacca di riferimento a U rivolta verso sinistra.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo orologio abbiamo scelto dei **display** con segmenti **verdi**, le cui dimensioni risultano quattro volte più **grandi** dei normali display.

Infatti in un orologio i **numeri** devono essere **visibili** anche a diversi metri di distanza e sebbene questo tipo di display sia più costoso, non va dimenticato che questo orologio vi durerà tutta una vita e, passati diversi anni, quando sarete già diventati degli **esperti tecnici**, guardandolo vi ricorderete dei tempi in cui avete iniziato ad interessarvi di elettronica partendo da **zero**.

A chi ora sta pensando "*riuscirò a montarlo*?", noi rispondiamo di provarci, perché se non iniziate a fare pratica non imparerete mai.
Non preoccupatevi se commettendo involontariamente qualche **errore** non lo vedrete funzionare, perché noi non vi abbandoniamo.
In questi casi potrete inviarci il vostro montaggio e noi ve lo restituiremo perfettamente funzionante, indicandovi anche quali **errori** avete commesso, onde evitare di ripeterli in futuro.

Poiché il **segreto** di ogni montaggio sono le **stagnature**, cercate di eseguirle in modo perfetto, come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.5**.
In pratica dovrete sempre appoggiare la punta del saldatore **senza** stagno sul **punto** da stagnare (vedi fig.277), dopodiché dovrete avvicinare il filo di stagno per scioglierne una, due **gocce** e tenere il saldatore fino a quando lo stagno non si sarà totalmente depositato sullo stampato e sul terminale.

Completata una stagnatura, prima di eseguire la seconda, dovrete **pulire** la **punta** del saldatore strofinandola su una spugnetta o su un panno inumidito in modo da togliere dalla sua superficie o-

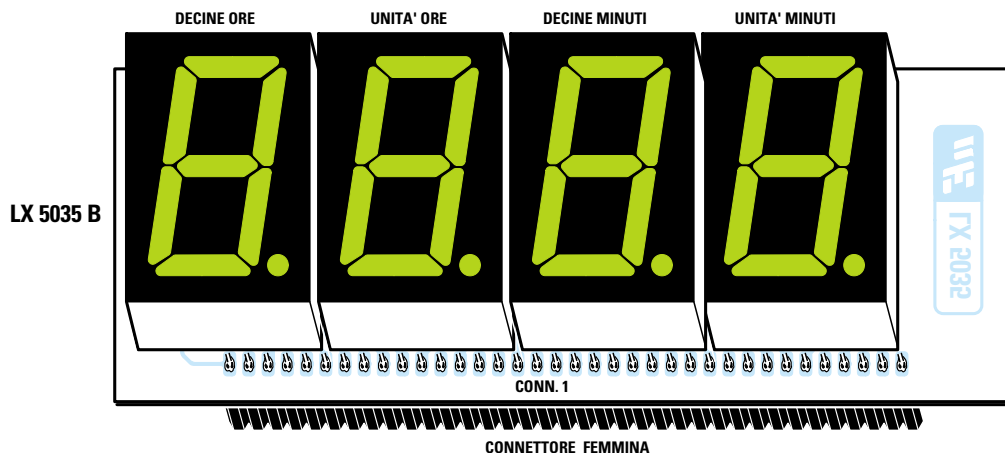



Fig.274 Prima di inserire i quattro Display sul circuito stampato dovrete stagnare in basso il connettore femmina che andrà poi innestato nel circuito stampato di fig.275.

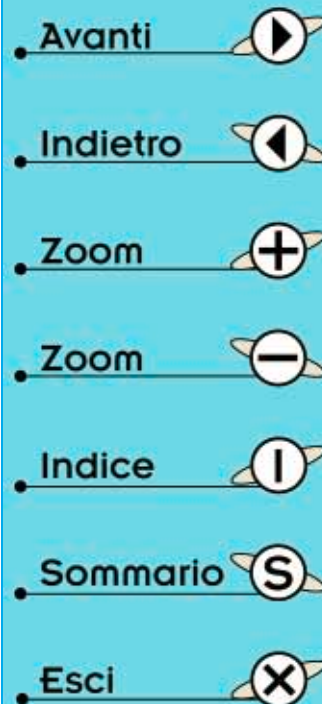
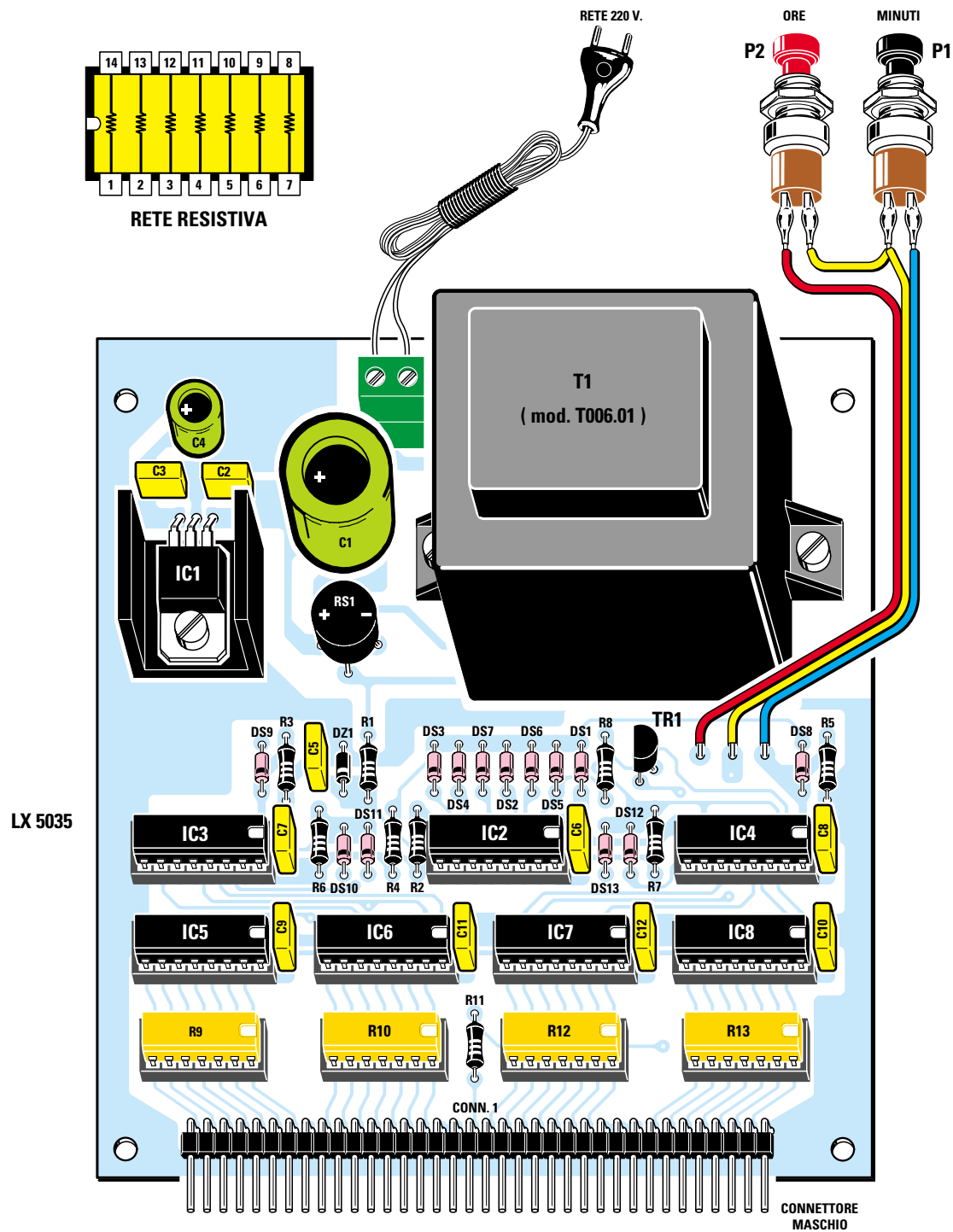



Fig.275 Schema pratico di montaggio della scheda base LX.5035 dell'orologio. In alto abbiamo riportato le connessioni delle reti resistive R9-R10-R12-R13 per farvi vedere su quali piedini risultano collegate le sette resistenze da 820 ohm. Nel connettore maschio applicato in basso su questo stampato andrà innestato il connettore femmina presente sullo stampato LX.5035/B dei display (vedi fig.274). Quando inserite i sette integrati nei rispettivi zoccoli dovrete rivolgere la loro tacca di riferimento ad U verso destra.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

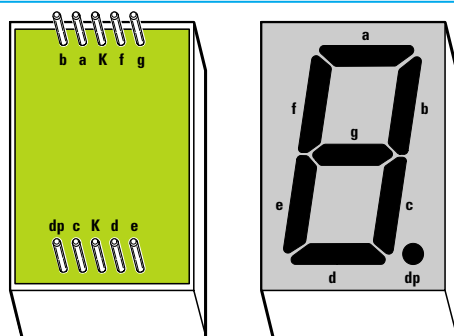



Fig.276 Sulla sinistra le connessioni dei terminali del display viste da dietro.
I terminali indicati con le lettere a-b-c-d-e-f-g sono quelli dei 7 segmenti, quello indicato dp è il terminale del punto decimale (vedi disegno a destra), mentre quelli indicati K sono i terminali da collegare a massa. Di questi due terminali ne collegheremo a massa uno solo.

gni **residuo** di stagno (vedi fig.278). Lo stagno già fuso è infatti privo di **disossidante** perché si è volatilizzato nella stagnatura fatta in precedenza, quindi anche se si depositerà sul terminale e sulla pista in rame dello stampato, rimarrà sempre su queste superfici una sottilissima **pellicola isolante** che impedirà agli elettroni di passare liberamente.

Nel kit troverete due circuiti stampati. Su quello siglato **LX.5035/B** dovrete montare i soli **Display** (vedi fig.274), mentre su quello siglato **LX.5035** dovrete montare tutti i componenti visibili in fig.275.

Se iniziate il montaggio dal circuito stampato **LX.5035/B**, inserite in **basso** il connettore **femmina** provvisto di **36** terminali.
Dopo aver stagnato tutti i terminali, controllate di non aver depositato qualche abbondante goccia di stagno **cortocircuitando** terminali adiacenti.

Se questo si fosse verificato, appoggiate sulla stagnatura la **punta** del saldatore ben **pulita** e lo stagno in eccesso rimarrà attaccato alla punta.

Dopo aver stagnato il connettore, infilate i quattro display sul lato **opposto** del circuito stampato rivolgendo il **punto decimale** verso il **basso**, come visibile in fig.280.

Completato questo montaggio, prendete il circuito stampato siglato **LX**.**5035** e in basso inserite il connettore **maschio** ripiegato a **L** provvisto di **36** terminali (vedi fig.275).

Dopo aver stagnato tutti i **36** terminali, vi consigliamo di inserire gli **zoccoli** per gli integrati e le **reti resistive** controllando sempre ad operazione completata tutte le stagnature, perché è molto facile dimenticarne una.

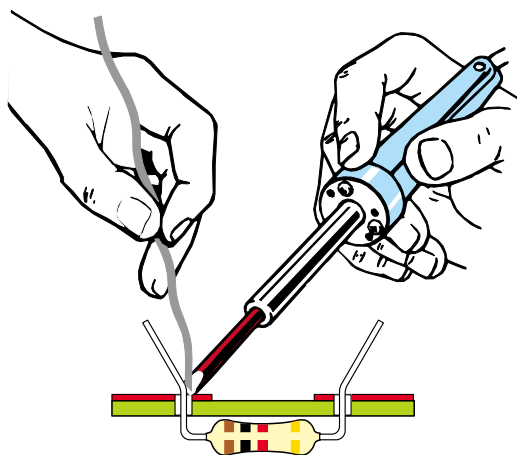



Fig.277 Per fare delle ottime stagnature occorre appoggiare la punta del saldatore pulita sulla pista da stagnare, poi su questa si dovrà sciogliere lo stagno.

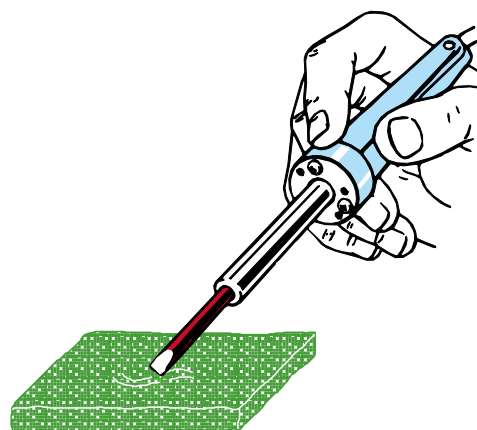



Fig.278 Completata una stagnatura, dovrete sempre pulire la punta su un panno inumidito, in modo da togliere dalla sua superficie ogni residuo di stagno fuso.

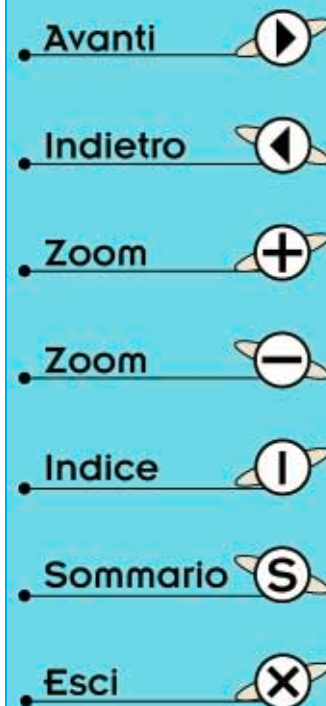
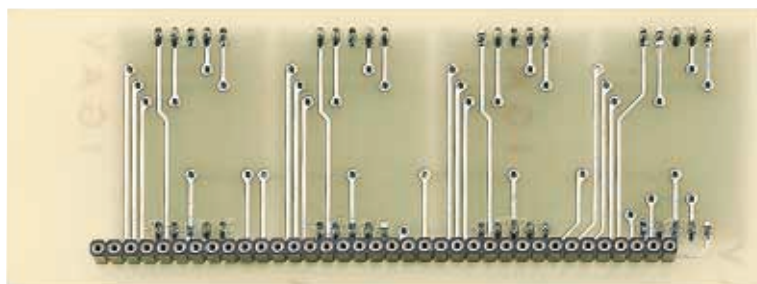



Fig.279 Foto del lato posteriore del circuito stampato siglato LX.5035/B.

Fig.280 Il punto decimale dei Display va rivolto verso il connettore femmina.

Fig.281 Foto del circuito stampato siglato LX.5035 con sopra montati tutti i suoi componenti.

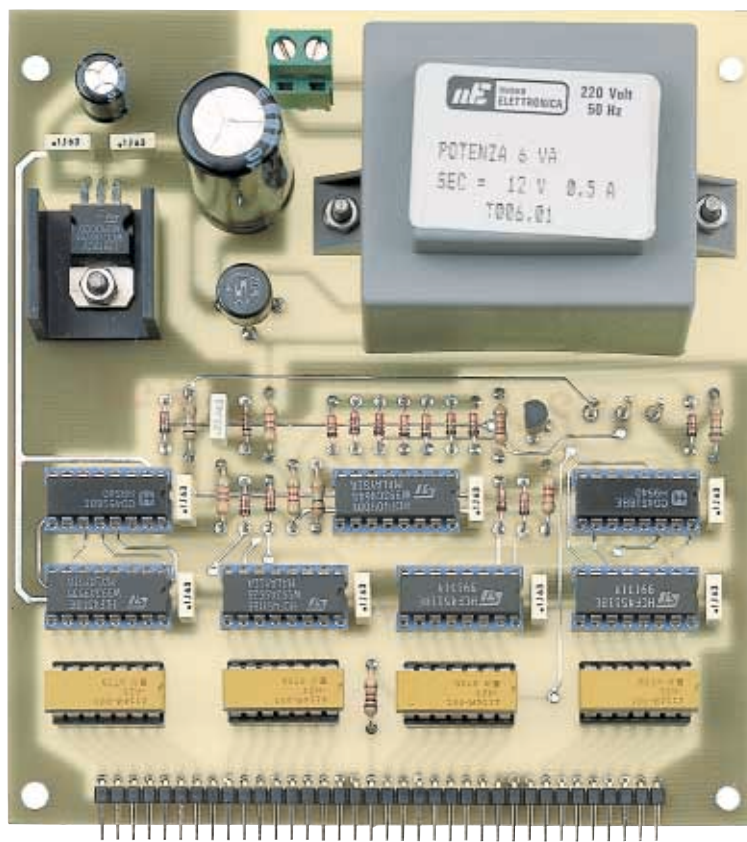



Fig.282 Dopo aver inserito il connettore femmina presente sullo stampato LX.5035/B sul connettore maschio presente sullo stampato LX.5035 potrete fissare il tutto all'interno dell'elegante mobile che vi verrà fornito su richiesta.

Fig.283 Sul pannello posteriore del mobile fissate i due pulsanti P1-P2.

Proseguendo nel montaggio inserite le poche **resistenze**, controllando il loro **codice** dei **colori** per evitare di inserire un valore ohmico errato.
Tutte le resistenze utilizzate per pilotare i **segmenti** dei display (vedi **R9-R10-R12-R13**) si trovano inserite all'interno di un contenitore a forma di integrato (vedi fig.275 in alto).
Anche se sappiamo che questa soluzione è più costosa, l'abbiamo scelta per avere **7 resistenze** di identico valore onde evitare che qualche segmento risultasse più o meno luminoso a causa della **tolleranza** che hanno le normali resistenze.

Dopo le resistenze consigliamo di inserire tutti i **diodi** al silicio e il diodo **zener** rivolgendo il lato contornato da una **fascia nera** (**bianca** per il solo **zener**) verso il **basso**, come visibile in fig.275.
L'eccedenza dei terminali delle resistenze e dei diodi andrà tagliata con un paio di forbici.

Proseguendo nel montaggio inserite tutti i condensatori al **poliestere**, poi i due condensatori **elettrolitici C1-C4** infilando il terminale **positivo** nel foro contrassegnato con un **+**.
Poiché sull'involucro degli elettrolitici raramente viene riportato il segno **positivo** in corrispondenza del terminale, ricordatevi che quello **più lungo** è sempre il terminale positivo.

Ora prendete il transistor **TR1** e senza accorciare i suoi terminali inseritelo nella posizione visibile nello schema pratico di fig.275 rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso la resistenza **R8**.

A destra del transistor inserite i tre terminali a spillo che vi serviranno per stagnare i tre fili che dovrete in seguito collegare sui due pulsanti **P1-P2**.

Giunti a questo punto avrete già completato il **90%** del montaggio dell'orologio digitale senza incontrare nessuna seria difficoltà.

Il prossimo componente che dovete inserire sullo stampato è l'integrato stabilizzatore **IC1**, quindi dopo aver ripiegato ad **L** i suoi tre terminali, fissate il suo corpo sulla sua piccola aletta di raffreddamento a forma di **U**.

Vicino a questo integrato inserite il ponte raddrizzatore **RS1** accorciando i suoi terminali e rivolgendo quello contrassegnato da un **+** verso sinistra, come evidenziato in fig.275.

Per ultimi montate la **morsettiera** a due poli, che vi servirà per fissare i fili del cordone di rete dei **220 volt**, ed il trasformatore **T1** che fisserete sul circuito stampato con due viti.

E' sottinteso che i terminali del trasformatore vanno stagnati sulle sottostanti piste in rame.

A questo punto potete prendere tutti gli integrati e dopo aver controllato la sigla stampigliata sul loro corpo inseriteli nei rispettivi zoccoli rivolgendo la tacca ad **U** di riferimento verso destra, come visibile nello schema pratico di fig.275.

Completato il montaggio innestate il connettore **maschio** della scheda base **LX.5035** nel connettore **femmina** della scheda **LX.5035/B**.

MONTAGGIO nel MOBILE

Dopo aver aperto il mobile plastico, fissate sul suo piano la scheda base **LX.5035** con le quattro viti autofilettanti che vi forniamo.

Sul pannello posteriore fissate i pulsanti **P1-P2**, poi infilate nel foro in cui deve passare il cordone di rete dei 220 volt il **passacavo** in gomma.
Per evitare che, tirando il cordone, i fili possano fuoriuscire dalla morsettiera a **2 poli**, vi consigliamo di fare un **nodo** sul cordone (vedi fig.284).
Dopo aver **spellato** le estremità del cordone, è sempre buona norma tenere uniti i suoi sottilissimi fili con una goccia di stagno, dopodiché potrete serrarli nella morsettiera.

Ora dovrete collegare i due pulsanti **P1-P2** sul circuito stampato, quindi prendete tre spezzoni di filo poi stagnate le loro estremità sui tre terminali a **spillo** posti alla destra del transistor **TR1** e le opposte estremità sui due pulsanti (vedi fig.275).
Completate tutte queste operazioni non vi rimane che chiudere il mobile, perché il vostro orologio è già pronto per indicarvi le ore e i minuti.

COLLAUDO e MESSA a PUNTO

Appena inserirete la **spina** di alimentazione in una **presa rete** vedrete apparire il numero **00.00** e **lampeggiare** il **punto** decimale presente sul display delle **unità** delle **ore**.
Con il trascorrere dei **minuti** vedrete apparire sui display **00.01** poi **00.02**, **00.03** ecc.

Se pigerete il pulsante **P1** dei **minuti** vedrete i soli numeri dei **minuti** avanzare molto velocemente, mentre se pigerete il pulsante **P2** vedrete avanzare velocemente i soli numeri delle **ore**.
Se tenete premuto il pulsante **P1** dei **minuti** fino ad arrivare al numero **00.59**, al successivo minuto vedrete apparire **01.00** poi **01.01** ecc.
Per mettere a **punto** l'orologio sull'ora **esatta** dovrete pigiare il pulsante **P1** fino a quando non ve-

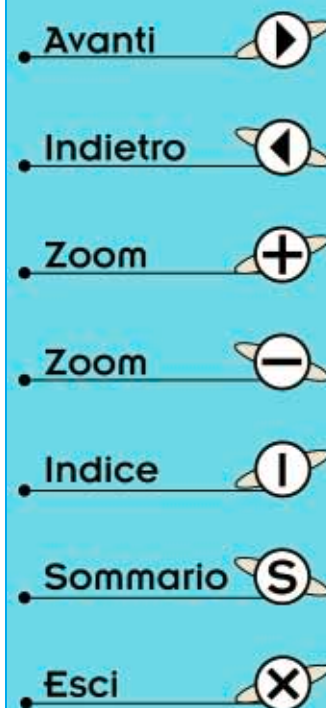
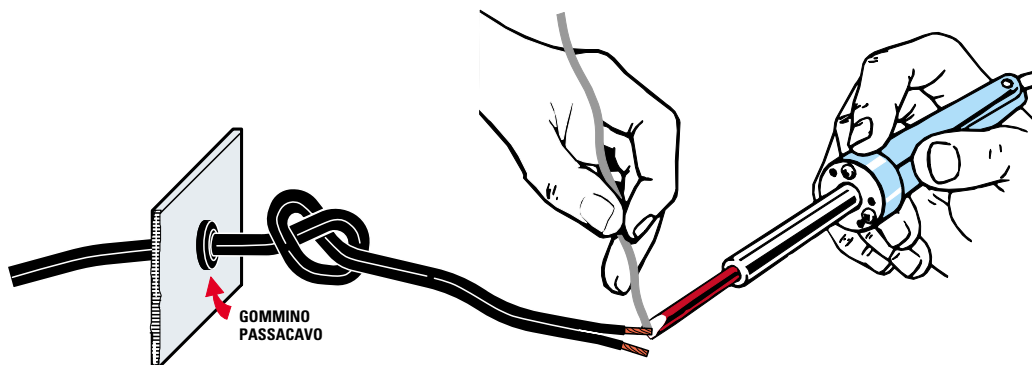



Fig.284 Dopo aver inserito la rondella in gomma nel foro in cui dovrà passare il cordone di rete dei 220 volt (vedi fig.283), fate internamente un nodo per impedire che tirando il cordone questo possa sfilarsi dalla morsettiera. Consigliamo di depositare sui sottilissimi fili del cordone una goccia di stagno prima di serrarli nella sua morsettiera.

drete apparire sui display gli **esatti minuti**, poi pigiate il pulsante **P2** fino a quando non vedrete apparire l'**ora esatta**.
Ammesso che siano le ore **09.15**, pigiate prima il pulsante **P1** fino a far apparire **00.15**, poi pigiate **P2** fino a far apparire **09.15**.

Il massimo **errore** che potrà verificarsi sarà di pochi **secondi**, infatti se quando mettete a punto l'orologio alle **09.15** fossero esattamente le ore **09.15.20** è ovvio che il nostro orologio, risultando molto preciso, passerebbe alle **09.16** quando sono trascorsi i regolari **60 secondi** quindi vi ritrovereste con un **ritardo** di **20 secondi**.
Questi pochi secondi potrebbero, con giusta ragione, **non** soddisfare i lettori più **pignoli**.

Per evitare questo **errore** esiste una sola soluzione: accendere la **TV** e poi passare sul **televideo** e guardare in alto a destra l'**ora esatta** che risulta sempre completa di **minuti** e **secondi**.

Ammesso che siano le **09.59.22**, attendete che si raggiungano le **10.00.00** e in quel preciso istante inserite la **spina** di rete nella presa dei **220 volt**.

Sui display dell'orologio apparirà **00.00** e in questo modo avrete perfettamente **sincronizzato** il tempo sui **secondi** e sui **minuti**.
A questo punto dovrete pigiare il solo pulsante **P2** delle **ore** fino a far apparire il numero **10.00**.

Come già sapete, se viene a **mancare** la corrente elettrica o se portate l'orologio in un'altra stanza, **perderete** l'ora e i minuti, quindi dovrete nuovamente pigiare i pulsanti **P1** e **P2** fino a far apparire l'ora **esatta**.

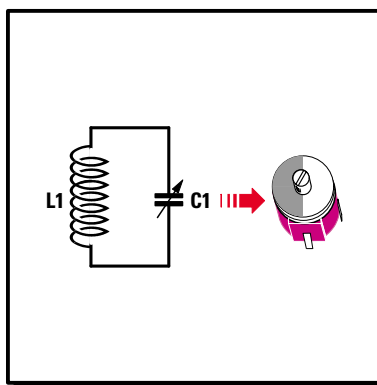
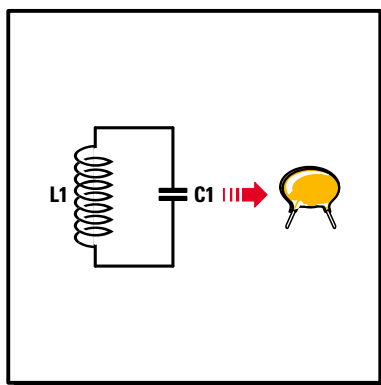
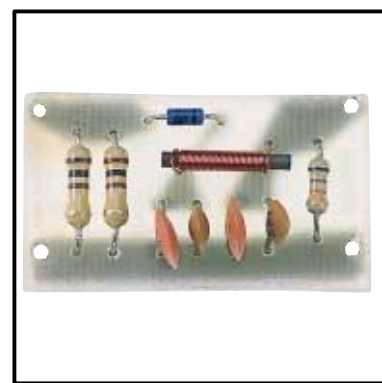
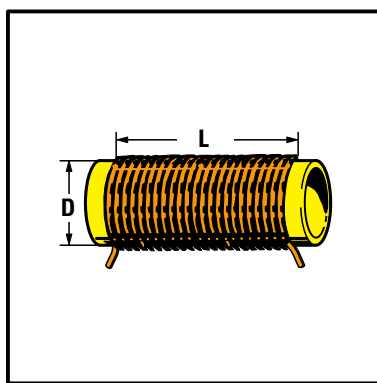
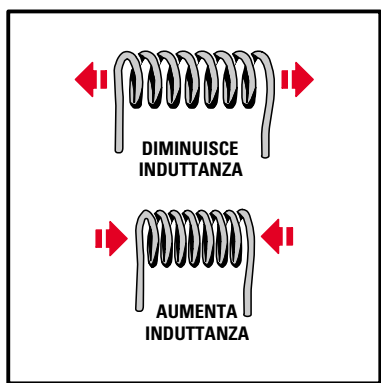
CONCLUSIONE

Vedere funzionare un orologio costruito con le proprie mani è una soddisfazione inappagabile, e con giusto orgoglio potrete mostrarlo ai vostri amici che non riusciranno a credere che, solo dopo pochi mesi di studio e partendo da **zero**, siete riusciti ad ottenere questi positivi e visibili risultati.
Poiché ci sarà qualche vostro amico o parente che vorrebbe averlo, potreste venderglielo ad un prezzo **maggiorato**, perché i **tecnici**, anche se principianti, vanno sempre pagati (dopo ne potrete costruire un altro) ed in questo modo entrerà nelle vostre tasche il vostro **primo guadagno** da tecnico elettronico.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti per realizzare l'orologio digitale completo del circuito stampato **LX.5035/B** per fissare i quattro Display **verdi** delle dimensioni di 24x35 mm (vedi fig.274) e del circuito stampato **LX.5035** per fissare tutti i componenti visibili in fig.275, **escluso** il solo mobile plastico che forniamo solo su richiesta
Lire 100.000 Euro 51,65

Costo del mobile plastico **MO.5035** completo delle mascherine forate e serigrafate e dello schermo plastico verde fissato sul frontale
Lire 18.000 Euro 9,30

Costo del solo circuito stampato **LX.5035/B**
Lire 6.900 Euro 3,56
Costo del solo circuito stampato **LX.5035**
Lire 21.500 Euro 10,85

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Nel campo della **trasmissione** i giovani, con la loro insaziabile sete di sapere, sono sempre alla ricerca di testi che insegnino come si progetta o si costruisce un **trasmettitore**, ma quei pochi libri che si riescono a reperire sull'argomento, non soddisfano le loro esigenze perchè risultano troppo teorici e pieni di **complesse** formule matematiche.

I giovani desiderano un linguaggio semplice, che permetta di comprendere molto velocemente come funziona un **trasmettitore** e, proprio per soddisfare questo desiderio, iniziamo con il presentare un **oscillatore** di **alta frequenza**, cioè lo stadio base che fa funzionare un qualsiasi trasmettitore.

Come avrete modo di constatare voi stessi, l'**alta frequenza** non è poi così difficile come molti sostengono perchè, quando vi avremo svelato tutti i segreti indispensabili per praticarla, sarete in grado di realizzare da soli un qualsiasi **trasmettitore**.

Cominciamo dunque facendovi montare un minuscolo **trasmettitore** in **FM** e grande sarà la vostra soddisfazione nel constatare che inviare a distanza una voce o dei suoni è più semplice di quanto possiate supporre.

Per consentirvi di diventare dei veri **esperti** in **RF**, nella Lezione successiva vi presenteremo gli **oscillatori** a **quarzo**, poi un ricevitore **supereterodina**, infine gli **amplificatori** di **potenza**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fin dall'epoca primitiva l'uomo ha sempre cercato un mezzo per comunicare a lunghe distanze e il primo a risolvere questo problema non fu, come molti potrebbero supporre, l'**uomo bianco**.

Infatti, i primi esploratori del continente africano scoprirono che gli indigeni inviavano a distanza i loro messaggi percuotendo dei tronchi d'albero.

I pionieri che attraversavano il Nord America notarono che i pellirosse avvisavano la loro tribù della presenza di una mandria di bufali o del temuto viso pallido, usando delle nuvole di fumo.

L'uomo bianco, che si considerava il più progredito, se voleva comunicare a grandi distanze, doveva servirsi di **piccioni** viaggiatori.
Solo dopo l'invenzione del **telefono** entrò in possesso di un mezzo di comunicazione molto valido, che presentava un solo inconveniente, quello di dover stendere dei chilometri di fili e di poter quindi essere usato sulla terraferma, ma non per comunicare con le navi che solcavano i mari.

Nell'anno **1895** con l'invenzione della **radio** si trovò finalmente la soluzione a questo problema.

Oggi basta acquistare una piccola **radio** al cui interno è presente una manciata di **transistors** per riuscire a captare musica, notiziari, messaggi, ecc., trasmessi a distanza di migliaia di chilometri o un minuscolo **telefono cellulare** per comunicare con qualsiasi luogo della superficie terrestre.

Se, grazie alla **radio**, la voce dell'uomo non conosce più ostacoli, è necessario che i giovani che studiano elettronica sappiano come si può **ricevere** un segnale radio, ma anche come lo si può **trasmettere** e a questo argomento dedicheremo diverse Lezioni.

Ancora oggi molti considerano l'**alta frequenza** difficile, solo perchè non riescono a trovare dei validi testi che spieghino in modo semplice e comprensibile tutto quello che bisogna sapere.

Vi sono riviste che **vorrebbero** insegnare, ma non avendo una adeguata competenza tecnica, **copiano** schemi da pubblicazioni straniere e, senza provarli, li "danno in pasto" ai lettori.

Coloro che dopo aver montato questi circuiti si accorgono che **non** funzionano e fiduciosi si rivolgono a queste riviste per avere un aiuto, quasi sempre si sentono rispondere che per fare dell'**alta frequenza** bisogna essere molto **esperti** e disporre di

Fig.285 Gli indigeni dell'Africa per inviare a distanza i loro messaggi, hanno sempre usato dei tronchi d'albero come tamburi.

Fig.286 I pellirosse, per avvisare le tribù amiche della presenza del temuto viso pallido, usavano delle nuvole di fumo.

Fig.287 Il telefono venne usato la prima volta, in America, all'inizio del 1877 e in Italia negli anni 1878-1879.

costosi strumenti di misura, come ad esempio un **frequenzimetro**, un **analizzatore** di **spettro** e un **oscilloscopio**, strumenti che un principiante solitamente non possiede.

Sfiduciati da questo **primo** insuccesso, quasi tutti abbandonano l'**alta frequenza** senza pensare che la causa di questo loro fallimento è da attribuirsi solo a quanti pubblicano questi schemi **errati** e non sanno dare, a chi li chiede, nessun utile consiglio per farli funzionare.

Gli strumenti di misura che abbiamo citato sono utili ma **non** strettamente necessari, infatti i **primi** tecnici che costruirono dei trasmettitori **non** disponevano di questi strumenti, perchè ancora non erano stati inventati, quindi eseguivano tutte le misure usando un comune **tester** così come ora vi insegneremo a fare.

Se seguirete queste nostre Lezioni vi accorgerete che è più facile realizzare un **trasmettitore** che un **ricevitore** o un **amplificatore BF**.

LO STADIO OSCILLATORE RF

Per realizzare un qualsiasi trasmettitore è necessario partire da un **oscillatore** che riesca a generare un segnale di **alta frequenza**.

Ammesso che si voglia trasmettere sulle **Onde Medie**, bisogna innanzitutto realizzare uno stadio **oscillatore RF** che generi queste frequenze.

Se si vuole trasmettere sui **14,5 megahertz**, cioè sulla gamma delle **Onde Corte**, è necessario realizzare uno stadio oscillatore che generi un segnale **RF** sulla frequenza di **14,5 MHz**.

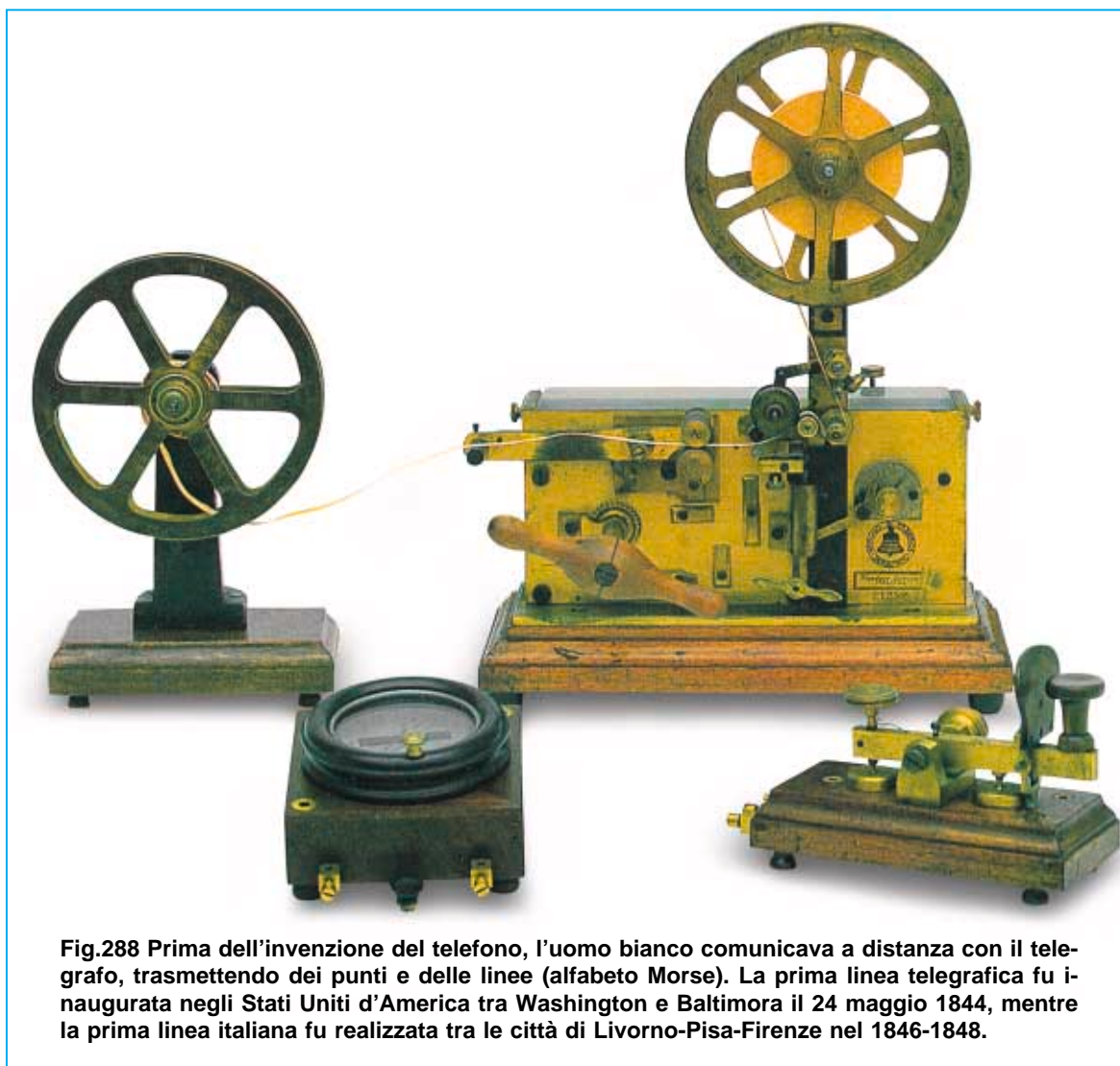



Fig.288 Prima dell'invenzione del telefono, l'uomo bianco comunicava a distanza con il telegrafo, trasmettendo dei punti e delle linee (alfabeto Morse). La prima linea telegrafica fu inaugurata negli Stati Uniti d'America tra Washington e Baltimora il 24 maggio 1844, mentre la prima linea italiana fu realizzata tra le città di Livorno-Pisa-Firenze nel 1846-1848.

Per trasmettere sulla gamma degli **88-108 MHz** bisogna realizzare uno stadio oscillatore che riesca a generare tali frequenze.

Poichè la **potenza** erogata da uno stadio **oscillatore** è irrisoria, per **aumentarla** è sufficiente aggiungere degli stadi **amplificatori** di **potenza**, come in pratica si fa anche per gli **amplificatori** di **bassa frequenza**.

Infatti, se in **bassa frequenza** amplifichiamo il segnale captato da un **microfono** con un solo transistor, questo **non** sarà mai in grado di fornire in uscita una **potenza** sufficiente per pilotare un altoparlante da **30 watt** o da **5 watt**.

Per pilotare un **altoparlante** è necessario amplificare il segnale captato dal **microfono** con transistor di **potenza** fino ad ottenere i **watt** richiesti.

Sapendo che gli **stadi oscillatori** forniscono in uscita pochi **milliwatt**, per realizzare un trasmettitore da **3** o **50 watt** occorre amplificare questo segnale con dei transistor di **potenza** fino ad ottenere i **watt** richiesti.

SCELTA del transistor OSCILLATORE

Per realizzare uno stadio oscillatore bisogna scegliere dei transistor che abbiano un **guadagno** non inferiore a **50 volte**.
Se si scelgono dei transistor con un **guadagno minore** di **50** si otterrà **minore potenza**.

Per conoscere il **guadagno** di un transistor potete utilizzare il kit siglato **LX.5014** che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.13**.

Oltre al **guadagno** è necessario scegliere un transistor con una **frequenza** di **taglio** maggiore rispetto alla frequenza che si desidera generare.

La frequenza di **taglio** è la frequenza **limite** che il transistor è in grado di **amplificare**.

Se nelle caratteristiche di un transistor è indicato che la sua **frequenza** di **taglio** si aggira intorno ai **30 MHz**, potremo realizzare uno stadio oscillatore in grado di generare qualsiasi frequenza, partendo da **0,01 MHz** fino ad arrivare ad un massimo di **29 MHz**, ma non riusciremo mai a farlo oscillare su una frequenza superiore ai **30 MHz**.

Per realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **150 MHz**, dovremo scegliere un transistor che abbia una **frequenza** di **taglio** superiore a **200 MHz**.

La **frequenza** di **taglio** di un transistor può essere paragonata alla **velocità massima** che può raggiungere un'**auto**.

Se abbiamo un'auto che raggiunge una velocità massima di **90 Km/h**, potremo viaggiare ad una velocità di **30-50-80 Km/h**, ma non riusciremo mai a superare i **90 Km/h**.

Se abbiamo un'auto che raggiunge una velocità massima di **200 Km/h**, potremo viaggiare a **30-50-80 Km/h** e raggiungere i **195 Km/h**, ma non riusciremo mai a superare i **200 Km/h**.

LA FREQUENZA di TRASMISSIONE

La **frequenza** di trasmissione è determinata dal **circuito** di **sintonia** (vedi fig.289) composto da una **induttanza** e da una **capacità**.

Se per conoscere la **capacità** di un condensatore basta leggere il valore in **picofarad** stampigliato sul suo corpo, conoscere il valore in **microhenry** di una bobina è un po' più difficile.

Infatti, se non si dispone di un **impedenzimetro digitale**, vi è un'unica possibilità, e cioè calcolare il valore in **microhenry** utilizzando le **formule** e gli esempi che riportiamo a fine articolo.

Fig.289 Per sintonizzare una frequenza occorre un circuito composto da una induttanza (bobina L1) con in parallelo una capacità (vedi condensatore C1).

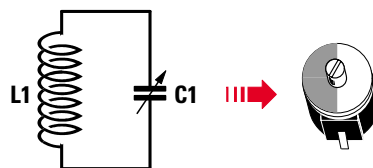



Fig.290 Anzichè usare un condensatore con una capacità fissa, in tutti i circuiti di sintonia si applica in parallelo alla bobina una capacità variabile (compensatore).

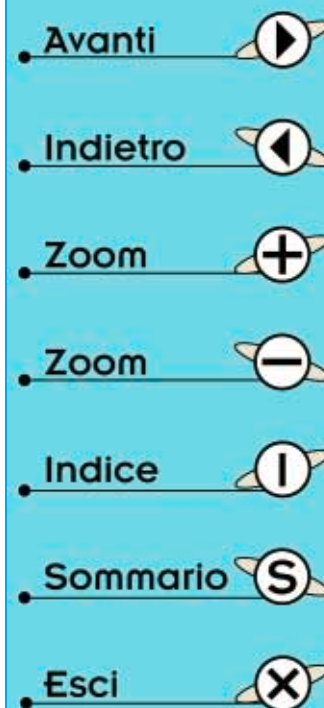
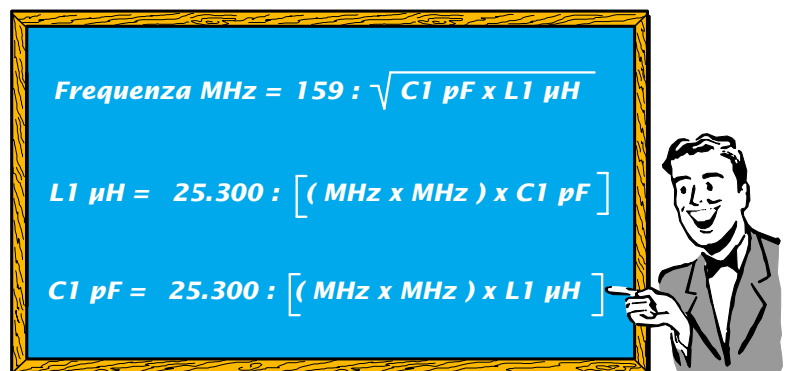



Fig.291 In questa lavagna, tutte le formule per ricavare il valore di Frequenza, Capacità ed Induttanza.

L'INDUTTANZA e la CAPACITÀ

Conoscendo il valore in **microhenry** della bobina **L1** e il valore in **picofarad** del condensatore **C1** posto in parallelo (vedi fig.289), è possibile calcolare con buona approssimazione la **frequenza** generata utilizzando la formula:

frequenza MHz = 159 : $\sqrt{C1\ pF \times L1\ \mu H}$

Conoscendo il valore in **megahertz** della frequenza che si vuole generare e il valore in **picofarad** del condensatore **C1**, è possibile calcolare con una buona approssimazione il valore della bobina in **microhenry** utilizzando la formula:

L1 µH = 25.300 : [(MHz x MHz) x C1 pF]

Conoscendo il valore in **megahertz** della frequenza che si vuole generare e il valore in **microhenry** della bobina **L1**, è possibile calcolare con una buona approssimazione il valore in **picofarad** del condensatore utilizzando la formula:

C1 pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x L1 µH]

Nota: il simbolo **µH** significa **microhenry**, mentre il simbolo **pF** significa **picofarad**.

Ammettiamo ora di voler realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **90 MHz** scegliendo un condensatore da **30 pF**.

Come prima operazione dovremo calcolare il valore della induttanza **L1** con la formula:

L1 µH = 25.300 : [(MHz x MHz) x C1 pF]

eseguendo questo calcolo otterremo:

25.300 : [(90 x 90) x 30] = 0,1 microhenry

Quindi con una bobina da **0,1 microhenry** con in parallelo un condensatore da **30 picofarad** otterremo in via **teorica** questa frequenza:

159 : $\sqrt{30 \times 0{,}1}$ = 91,79 MHz

Il valore di **frequenza** ricavato da un calcolo matematico è sempre molto **approssimativo**, perchè bisogna tenere presente che i condensatori hanno delle **tolleranze** che si aggirano intorno al **10%** e che nel montaggio esistono sempre delle **capacità parassita** di valore **sconosciuto**.

Ammettendo che le **capacità parassita** risultino di **5 pF**, sommandole a quelle del **condensatore** otterremo **35 pF** circa e con questa capacità **totale** lo stadio oscillatore genererà una frequenza di:

159 : $\sqrt{35 \times 0{,}1}$ = 84,98 MHz

Poichè è alquanto difficile conoscere il valore delle **capacità parassita**, in tutti i circuiti di sintonia **non** si inserisce mai una capacità **fissa**, bensì un **compensatore variabile** (vedi fig.290), che può essere tarato fino a sintonizzarsi sulla **frequenza** richiesta.

I SEGRETI DEGLI OSCILLATORI

Gli oscillatori che permettono di **variare** la frequenza agendo sul **compensatore** posto in parallelo alla **bobina** vengono chiamati **VFO**, sigla che significa **V**ariable **F**requency **O**scillator.

Nelle figg.298-301 sono riprodotti dei classici schemi di oscillatori da usare con i **transistor**, mentre nelle figg.302-305 gli equivalenti schemi da usare con i **fet**. Come potete notare, gli schemi sono semplici, ma per farli funzionare bisogna rispettare alcune regole fondamentali:

1° - Collegare il **compensatore** di accordo, che può

anche essere sostituito con un **diodo varicap**, molto vicino ai due terminali della **bobina**.

2° - Tenere **molto corti** i collegamenti tra la bobina di sintonia **L/C** e quelli del transistor quando si lavora su frequenze superiori a **15 MHz**.

3° - Le estremità delle resistenze e dei condensatori che vanno collegate a **massa**, non devono essere collegate a caso ad una qualsiasi pista di massa (vedi fig.293), perchè lo stadio potrebbe generare una infinità di frequenze spurie.
Pertanto, tutti i componenti presenti in uno stadio oscillatore devono essere collegati ad un'unica pista di **massa**. In fig.294 vi proponiamo un esempio in cui il condensatore **C4** è collegato alla pista di massa di **L1-C1-R1**.

4° - Se la bobina di sintonia è provvista di un **nucleo ferromagnetico**, questo andrà sempre inserire nel **lato freddo** della bobina. Per **lato freddo** si intende il **lato** in cui il filo terminale della bobina è collegato a **massa** (fig.295). Se la bobina è collegata al **C**ollettore del transistor, il **lato freddo** è quello in cui il suo filo terminale è collegato al **positivo** della tensione di alimentazione (vedi fig.296).
Inserendo questo nucleo nel lato opposto, l'oscillatore funzionerà ugualmente, ma **aumenterà** la corrente di assorbimento del transistor e non il suo **rendimento**.

5° - Se il **VFO** viene usato per pilotare dei transistor di **potenza** è sempre consigliabile farlo seguire da uno stadio **separatore** costituito da un fet o un transistor. Questo stadio **separatore**, che **non** amplifica il segnale, serve solo a non **sovraccaricare** lo stadio oscillatore. Se il segnale generato viene amplificato con dei transistor di **potenza**, sarebbe sempre consigliabile racchiudere lo stadio oscillatore entro una piccola **scatola metallica** in modo da **schermarlo**; in questo modo si eviterà che la **bobina** oscillatrice capti per via induttiva il segnale **RF** presente sull'uscita del **finale** di **potenza** rendendo il circuito instabile.

6° - Al **transistor** o **fet** utilizzati nello stadio oscillatore **non** bisogna mai far assorbire delle correnti **elevate**. La **corrente** di un **transistor** oscillatore deve aggirarsi intorno ai **10-12 mA**, mentre quella di un **fet** oscillatore intorno ai **9-10 mA**.

SCHEMI di VFO

Nelle pagine seguenti vi proponiamo alcuni schemi elettrici di diversi **VFO**, che una volta montati funzioneranno all'istante.
Se lo stadio oscillatore utilizza un **transistor** dovrete ruotare il cursore del **trimmer** fino a fargli assorbire **10-11 mA**, mentre se lo stadio oscillatore

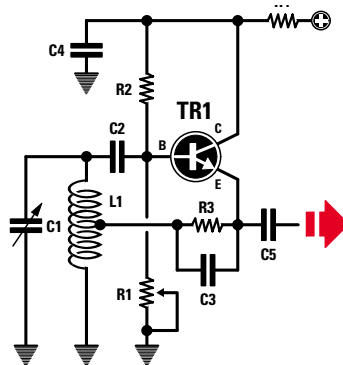



Fig.292 In uno schema elettrico, tutti i punti di Massa vengono sempre collocati vicino ai componenti, per evitare complessi intrecci di fili che renderebbero lo schema elettrico poco leggibile.

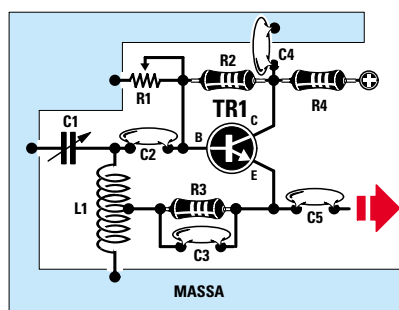



Fig.293 In uno stadio oscillatore o amplificatore RF, non si dovrebbero mai collegare a punti di massa molto distanziati i terminali dei condensatori o resistenze, perchè il circuito potrebbe autoscillare.

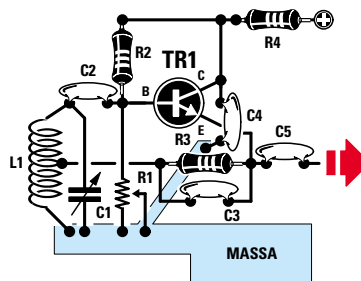



Fig.294 Tutte le estremità delle resistenze o dei condensatori presenti nello stadio oscillatore, vanno collegate ad un'unica pista di massa (vedi R1-C4).

utilizza un **fet** dovrete ruotare il cursore del **trimmer** fino a fargli assorbire **6-7 mA**.

Sotto ad ogni schema abbiamo riportato anche il valore di tensione che leggeremo sulla **sonda di carico LX.5037** collegata all'uscita dello stadio oscillatore (vedi fig.315).

La **Tabella N.15** vi sarà molto utile per sapere quali **frequenze** minime e massime riuscirete ad ottenere utilizzando una **bobina** con i **microhenry** riportati nella **2°** colonna e collegando in parallelo a questa un **compensatore** che abbia la **capacità** massima riportata nella **3°** colonna.

Per agevolarvi, nelle altre colonne abbiamo indicato il **diametro** del supporto, il numero delle **spire** da avvolgere, il diametro del **filo** e la **lunghezza** totale dell'avvolgimento.

Per avvolgere le bobine potrete utilizzare anche un supporto con un **diametro** diverso da quello consigliato e lo stesso dicasi per il **diametro** del filo di rame. Se sceglierete un diametro **minore** dovrete avvolgere **più spire**, mentre se userete un diametro **maggiore** dovrete avvolgere **meno spire**.

Se dopo aver realizzato la bobina, constaterete che lo stadio oscillatore non riesce a raggiungere la frequenza **più alta**, dovrete **togliere** dalla bobina qualche spira, se invece non riesce a scendere sulla frequenza più **bassa**, potrete risolvere il problema applicando in parallelo al compensatore un **condensatore** ceramico da **10-18-22 pF**.

Se la bobina ha le spire **spaziate**, per scendere di frequenza è sufficiente **restringere** la spaziatura e per salire in frequenza è sufficiente **allargare** la spaziatura tra spira e spira (vedi fig.297).

Se userete un supporto con **nucleo ferromagnetico** (vedi figg.295-296), ricordatevi che più avvitorete questo nucleo all'interno della bobina più **aumenterà** il valore dei **microhenry**.

Fig.295 Il lato freddo di questa bobina è quello collegato a Massa e il lato caldo è quello collegato alla Base.

Fig.296 Il lato freddo di questa bobina è quello collegato al + e il lato caldo è quello collegato al Collettore.

Fig.297 Se avvolgete delle bobine con spire spaziate, ricordatevi che allargando la spaziatura il valore della induttanza DIMINUISCE, mentre restringendola il valore della induttanza AUMENTA.

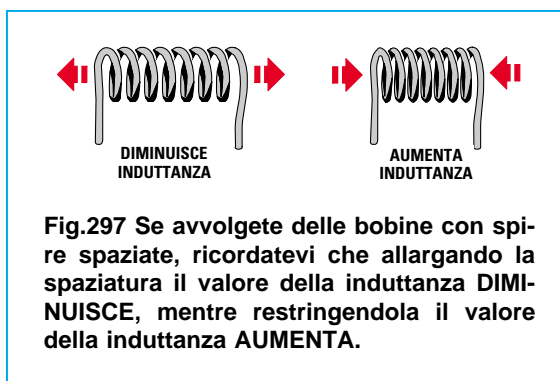
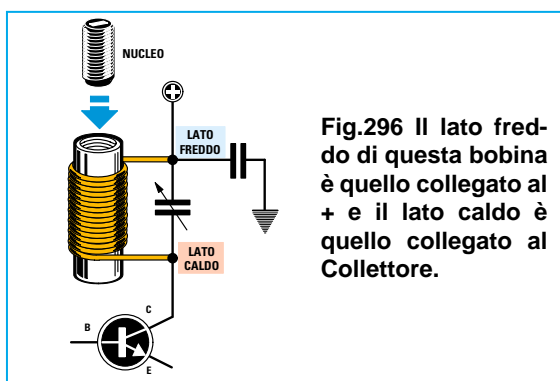
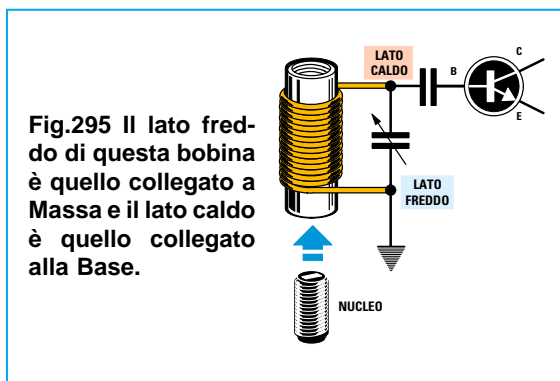
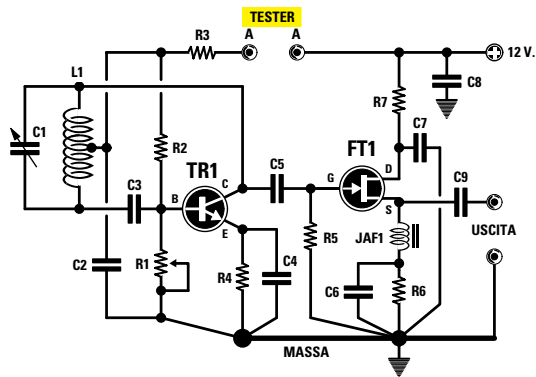



TABELLA N.15

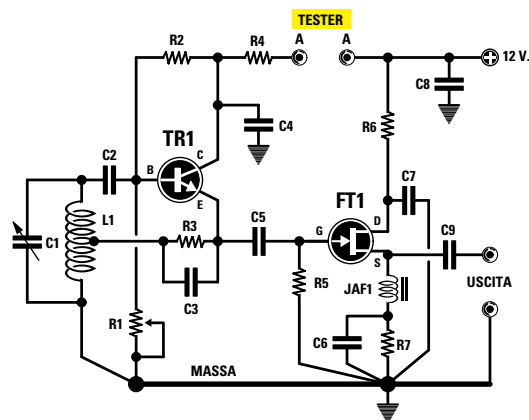
Gamma di frequenza	valore induttanza	capacità massima	diametro bobina	numero spire	diametro filo rame	lunghezza avvolgimento
5-13 MHz	9,0-10 µH	100 pF	12 mm	43	0,7 mm	28-29 mm
9-21 MHz	3,0-4,0 µH	100 pF	12 mm	19	0,7 mm	12-13 mm
17-34 MHz	1,6-2,0 µH	50 pF	10 mm	14	0,8 mm	10-11 mm
30-80 MHz	0,5-0,6 µH	50 pF	7 mm	10	1,0 mm	17-18 mm
75-110 MHz	0,2-0,3 µH	15 pF	7 mm	6	1,0 mm	10-11 mm
100-150 MHz	0,1-0,2 µH	15 pF	6 mm	5	1,0 mm	8-9 mm

OSCILLATORE (Fig.298)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 56.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = vedi Tabella N.1
C2 = 10.000 pF ceramico
C3 = 27 pF ceramico
C4 = 47 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
TR1 = transistor NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo U.310 o equivalente

Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **0,8** a **1,1 volt**.
Un capo del condensatore **C2** va posto vicinissimo alla presa **centrale** della bobina **L1** e l'altro capo ad una presa di **massa** molto vicina alla resistenza **R1** e al condensatore **C4**.

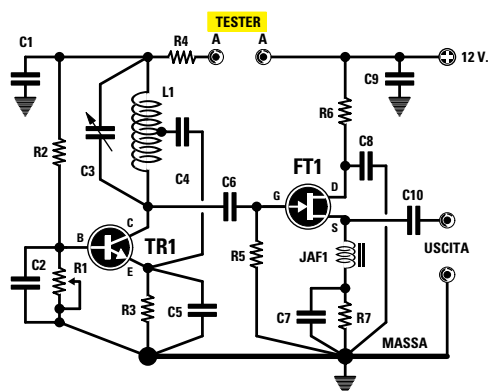
Se realizzate questo oscillatore per frequenze inferiori a **80 MHz**, si riesce ad aumentare il suo rendimento sostituendo il condensatore **C4** da **47 pF** con uno da **220 pF**. Se realizzate questo oscillatore per frequenze maggiori di **90 MHz**, il rendimento aumenterà sostituendo questo condensatore con uno da **22 pF**.

OSCILLATORE (Fig.299)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 56.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 22 ohm
R7 = 100 ohm
C1 = vedi Tabella N.1
C2 = 27 pF ceramico
C3 = 22 pF ceramico
C4 = 10.000 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
TR1 = transistor NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo U.310 o equivalente

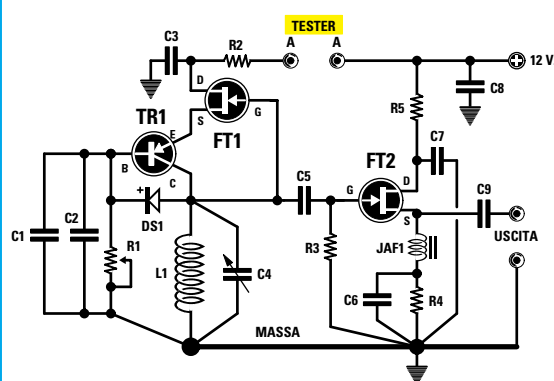
Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **0,8** a **1,0 volt**.
A differenza del precedente oscillatore, la presa **centrale** della bobina **L1** va collegata alla resistenza **R3** e al condensatore **C3** che alimenta l'**E**mettitore del transistor.

Se realizzate questo oscillatore per generare frequenze inferiori a **80 MHz**, potete aumentare il suo rendimento sostituendo il condensatore **C3** da **22 pF** con uno da **220 pF**.
Per il numero di spire della bobina **L1** e per la capacità del compensatore **C1** potete utilizzare i valori riportati nella **Tabella N.15**.

OSCILLATORE (Fig.300)

ELENCO COMPONENTI

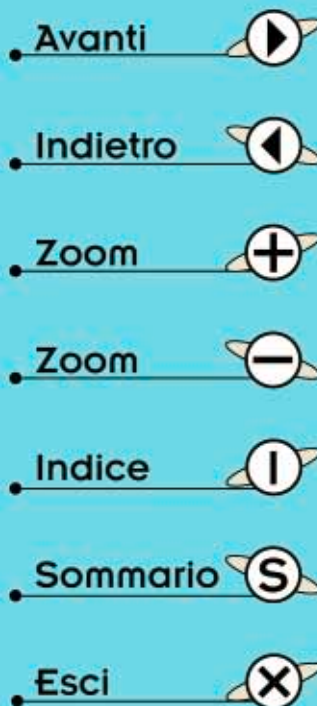
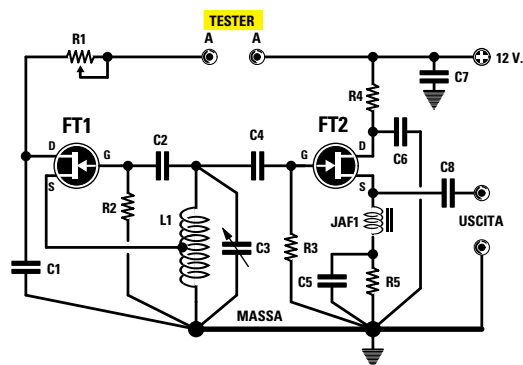
R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 56.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 22 ohm
R7 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 10.000 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 330 pF ceramico
C6 = 22 pF ceramico
C7 = 1.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 10.000 pF ceramico
C10 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
TR1 = transistor NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo U.310 o equivalente

Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,0** a **1,2 volt**.
La presa **centrale** della bobina **L1** va collegata, tramite il condensatore **C4**, sull'**E**mettitore del transistor **TR1**.
In questo oscillatore, che ha un rendimento superiore ad ogni altro, è alquanto critico il valore del condensatore **C5** collegato tra l'**E**mettitore e la **massa**.
Se realizzate questo oscillatore per generare frequenze inferiori a **15 MHz**, sostituite il condensatore **C5** da **330 pF** con uno da **1.000 pF**. Se realizzate questo oscillatore per frequenze superiori a **70 MHz**, sostituitelo con uno da **100 pF**.

OSCILLATORE (Fig.301)

ELENCO COMPONENTI

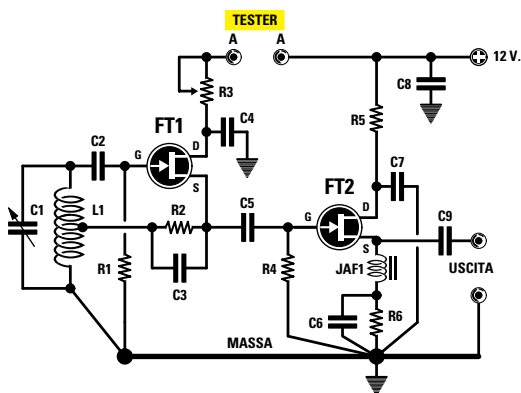
R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 100 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 100 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = vedi Tabella N.1
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
DS1 = diodo schottky BAR.10
TR1 = transistor PNP BFY.71-BSX.29
FT1-FT2 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **0,6** a **0,8 volt**.
A differenza degli altri oscillatori, questo richiede un transistor **PNP**, due **fet** e una bobina senza presa **centrale**.

Una caratteristica che presenta questo oscillatore è quella di richiedere una bobina con una **minore induttanza**, vale a dire con meno spire rispetto a quanto indicato nella **Tabella N.15**.
Per ridurre il valore della induttanza delle bobine che hanno solo **4-5 spire**, è sufficiente aumentare la **spaziatura** tra spira e spira oppure ridurre il diametro del supporto.

OSCILLATORE (Fig.302)

ELENCO COMPONENTI

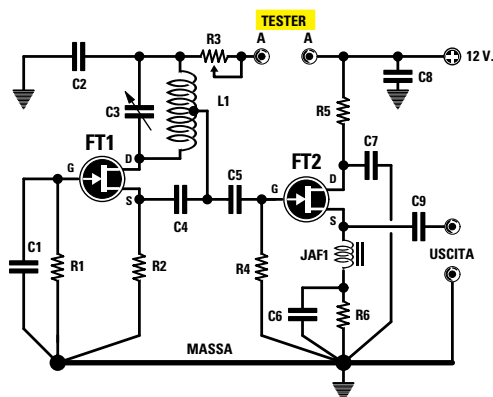
R1 = 2.000 ohm trimmer
R2 = 100.000 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = 22 ohm
R5 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 27 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1-FT2 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore che utilizza **2 fet** è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,4** a **1,6 volt**.
In questo circuito, un capo del condensatore **C1** va posto sul terminale **D**rain del fet **FT1** e l'altro capo allo stesso punto di **massa** dov'è collegata la resistenza **R2** di **G**ate.
Dopo aver collegato il **tester** commutato sulla portata **milliamper** ai terminali **A-A**, dovete ruotare il trimmer **R1** fino a far assorbire al fet **FT1** una corrente di **7 mA** circa.
Dopo aver regolato la corrente, togliete il tester e cortocircuitate i due terminali **A-A** con un corto spezzone di filo di rame nudo.

OSCILLATORE (Fig.303)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100.000 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 2.000 ohm trimmer
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22 ohm
R6 = 100 ohm
C1 = vedi Tabella N.1
C2 = 22 pF ceramico
C3 = 27 pF ceramico
C4 = 10.000 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1-FT2 = fet tipo U.310

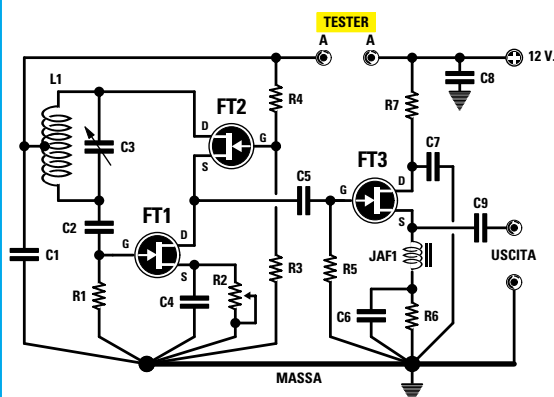
Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,3** a **1,4 volt**.
Anche in questo circuito, un capo del condensatore **C4** va posto vicinissimo al terminale **D**rain del fet **FT1** e l'altro capo sullo stesso punto di **massa** al quale è collegata la resistenza **R1** di **G**ate.
Dopo aver collegato il **tester** commutato sulla portata **milliamper** ai terminali **A-A**, ruotate il trimmer **R3** fino a far assorbire al fet **FT1** una corrente di **7 mA** circa.
Sulla presa **centrale** della bobina **L1** va collegata la resistenza **R2** e il condensatore **C3** collegato al terminale **S**ource del fet **FT1**.

OSCILLATORE (Fig.304)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100.000 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 2.000 ohm trimmer
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22 ohm
R6 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 10.000 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 33 pF ceramico
C5 = 100 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1- FT2 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,2** a **1,4 volt**.
In questo circuito, tra la presa **centrale** della bobina e il **S**ource del fet **FT1**, è inserito un condensatore da **33 pF** (vedi **C4**).

Se realizzate l'oscillatore per frequenze al di sotto dei **50 MHz**, consigliamo di sostituirlo con uno da **47 pF** mentre se lo realizzate per frequenze al di sopra dei **50 MHz** vi consigliamo di utilizzare una capacità di **22 pF**.
Collegato il **tester** ai terminali **A-A**, ruotate il trimmer **R3** fino a far assorbire al fet **FT1** una corrente di **10 mA** circa.

OSCILLATORE (Fig.305)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100.000 ohm
R2 = 20.000 ohm trimmer
R3 = 100.000 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 100 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 10.000 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1-FT2-FT3 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore che utilizza **3 fet** è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** variabile da **1,4** a **1,5 volt**.
Questo oscillatore ha qualche difficoltà ad oscillare su frequenze maggiori di **90 MHz**, quindi se si vogliono superare tali valori, è necessario fare dei collegamenti molto corti.
Dopo aver montato lo stadio oscillatore, collegate il **tester** commutato sulla portata **milliamper** ai terminali **A-A** e poi ruotate il trimmer **R2** fino a far assorbire ai due fet una corrente di **10 mA** circa.

I fet da utilizzare in questo montaggio debbono essere in grado di amplificare il segnale **RF** fino a **200 MHz**, quindi **non** usate fet per segnali di **BF**.

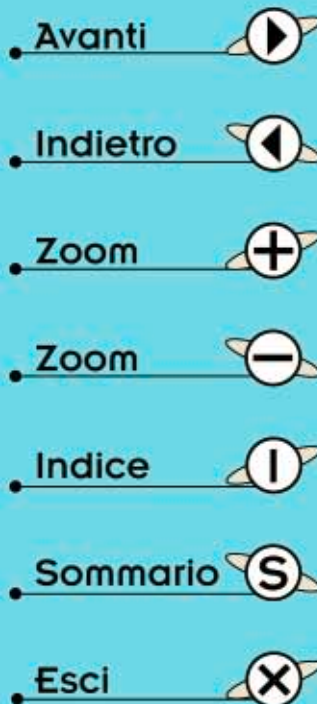
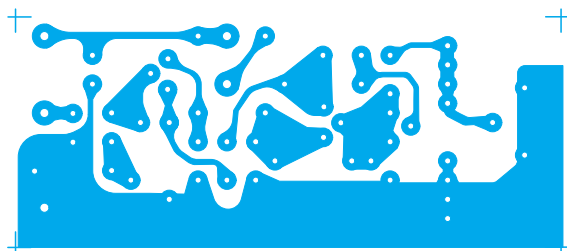



Fig.306 Disegno del circuito stampato, visto dal lato rame, dello stadio oscillatore di fig.299.

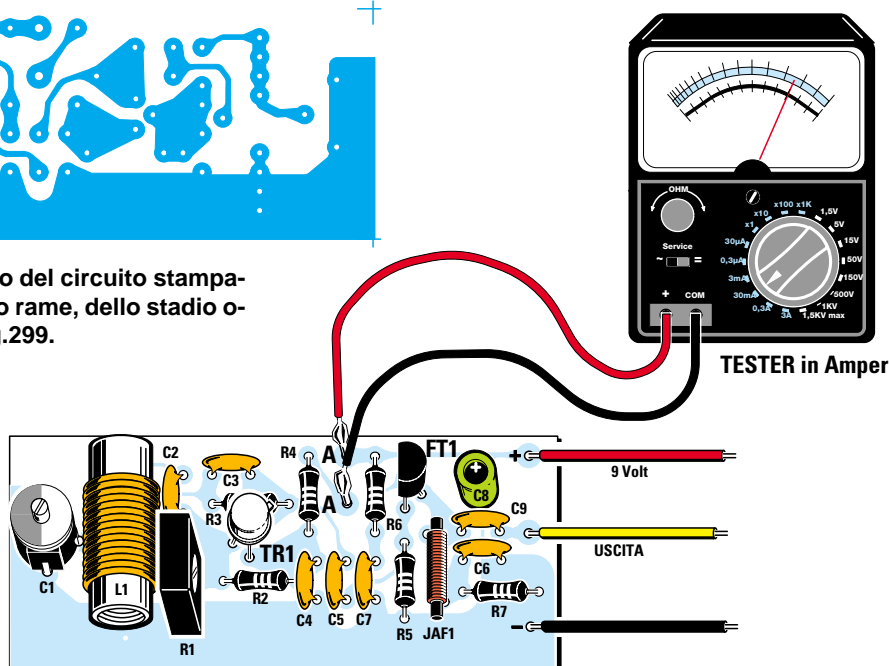



Fig.307 Dopo aver montato lo stadio oscillatore, dovete collegare un tester ai terminali A-A e poi regolare il trimmer R1 fino a far assorbire al transistor 10-12 milliamper.

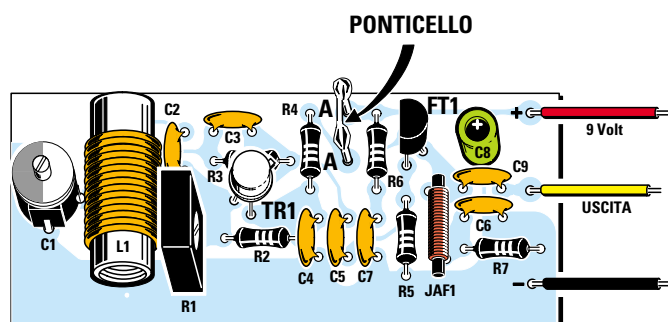



Fig.308 Dopo aver tarato il trimmer R1, dovete cortocircuitare i due terminali A-A con uno spezzone di filo.

PROVIAMO a progettare un VFO

Prendiamo ad esempio lo schema di fig.299 e ammettiamo di voler generare una **frequenza** che copra la gamma da **20** a **28 MHz**.

Per non perdere tempo a calcolare il numero delle **spire** della **bobina** e il valore della **capacità** da applicare in parallelo, possiamo assumere come base di partenza i valori indicati nella **Tabella N.15**.

Dopo aver montato l'**oscillatore**, vi chiederete come fare per poterlo sintonizzare sulla frequenza richiesta e, poichè ancora non avete un **frequenzimetro digitale**, potrete utilizzare in sua sostituzione un normale **ricevitore** provvisto della gamma **onde corte**.

Ammesso che desideriate generare una frequenza di **20 MHz**, dovete sintonizzare il ricevitore ad **onde corte** sui **20 MHz** e ruotare lentamente il **compensatore** posto in parallelo alla bobina, fino a quando non sentirete il **soffio** del segnale **RF**.

La **voce** e la **musica** non potete ancora udirle, perchè la **portante RF** deve essere **modulata** in **AM** (modulazione d'ampiezza) oppure in **FM** (modulazione in frequenza) con un segnale **BF** prelevato da un **amplificatore BF**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Come potete vedere nella **Tabella N.15**, per realizzare uno stadio oscillatore che copra la gamma da **17-34 MHz** bisogna utilizzare una bobina composta da **14 spire unite** avvolte su un supporto plastico del diametro di **10 mm**.

Dopo aver avvolto **7 spire**, eseguite un cappio per collegare la resistenza **R3** e il condensatore **C3** che fa capo all'**E**mettitore del transistor.

Poichè il filo di rame che abbiamo usato è **smaltato**, è necessario **raschiarne** le estremità ed anche i due fili del cappio per eliminare lo strato di **smalto isolante** che li riveste (vedi fig.309).

Se, ruotando il **compensatore**, l'oscillatore anzichè oscillare sui **20-28 MHz**, oscillasse sui **17-25 MHz**, dovrete **ridurre** il numero delle **spire**.

Se l'oscillatore anzichè oscillare sui **20-28 MHz** oscilla sui **26-32 MHz**, dovrete **aumentare** il numero delle **spire** oppure applicare, in **parallelo** al compensatore, un condensatore di **12-15 pF**.

Dovendo far assorbire all'oscillatore una corrente di circa **10-12 mA**, collegate ai terminali **A-A** un **tester** commutato sulla portata **20-30 mA continui** e, dopo aver alimentato il circuito con una tensione di **12 volt**, ruotate il **trimmer R1** fino a far assorbire allo stadio oscillatore **10-12 mA** (vedi fig.307).

Se volete sostituire il **trimmer** con una **resistenza fissa**, dovete spegnere lo stadio oscillatore, poi togliere il **trimmer** e leggere il valore **ohmico**. Ammesso di leggere **9.850 ohm**, potete tranquillamente inserire una resistenza da **10.000 ohm**.

Se leggete **11.500 ohm** oppure **13.000 ohm** potete inserire una resistenza da **12.000 ohm**.

Una volta tarata la corrente del transistor sui **10-12 mA**, togliete il **tester** dai due terminali **A-A** e cortocircuitateli con un filo (vedi fig.308).

SONDA di CARICO

Per conoscere quale **potenza** eroga un qualsiasi stadio oscillatore, bisogna realizzare la **sonda** di **carico** siglata **LX.5037** riportata in fig.311.

Nell'ingresso di questa **sonda** di **carico** abbiamo inserito in **parallelo** due resistenze da **100 ohm** (vedi **R1-R2**) ottenendo un valore di **50 ohm**, che corrisponde al carico **standard** da utilizzare nelle misure di **alta frequenza**.

Come diodo raddrizzatore **DS1** abbiamo utilizzato un diodo **schottky** tipo **HP.5082** equivalente all'**1N.5711**, perchè idoneo a raddrizzare qualsiasi segnale **RF** fino ai **gigahertz**.

Fig.309 Dopo aver avvolto la bobina L1 su un supporto in plastica, dovete raschiare le estremità dei fili con carta vetrata, per eliminare dalla loro superficie lo strato di smalto isolante.

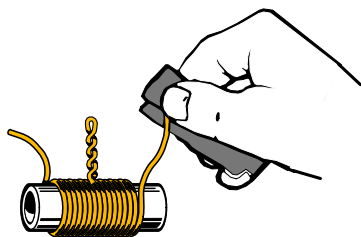
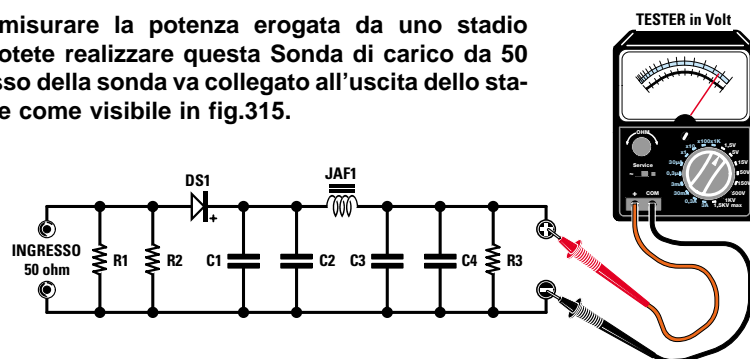



Fig.310 Eliminato lo smalto isolante dalle estremità dei fili e da quelle del cappio centrale, è consigliabile depositare su queste un sottile strato di stagno.

Fig.311 Per misurare la potenza erogata da uno stadio oscillatore, potete realizzare questa Sonda di carico da 50 ohm. L'ingresso della sonda va collegato all'uscita dello stadio oscillatore come visibile in fig.315.

ELENCO COMPONENTI LX.5037

R1 = 100 ohm 1/2 watt
R2 = 100 ohm 1/2 watt
R3 = 68.000 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5082
JAF1 = impedenza RF

Per frequenze inferiori a **30 MHz**, si possono utilizzare anche dei comuni **diodi** al **germanio**.

Dopo aver montato tutti i componenti richiesti sul circuito stampato **LX.5037** (vedi fig.312), questa **sonda** di **carico** va collegata all'uscita dello **stadio separatore** e alla sua estremità opposta va collegato un **tester** commutato sulla portata **3-5 volt** fondo scala (vedi fig.315).

Una volta eseguito questo collegamento, alimentando lo stadio oscillatore si noterà subito che il tester rileverà una **tensione**.

Conoscendo questo valore di **tensione**, potremo calcolare la **potenza** erogata dallo stadio oscillatore utilizzando la formula:

watt RF = (volt x volt) : (R + R)

volt = è il valore della **tensione** letto sull'uscita della **sonda** di **carico**.

R = è il valore **ohmico** della resistenza applicata nella **sonda** di **carico** prima del **diodo** raddrizzatore (vedi **R1+R2**) che, come già accennato, risulta di **50 ohm**.

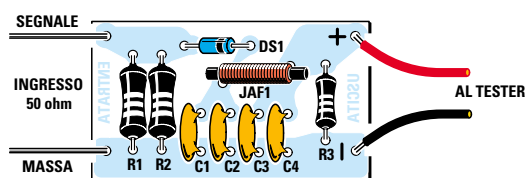
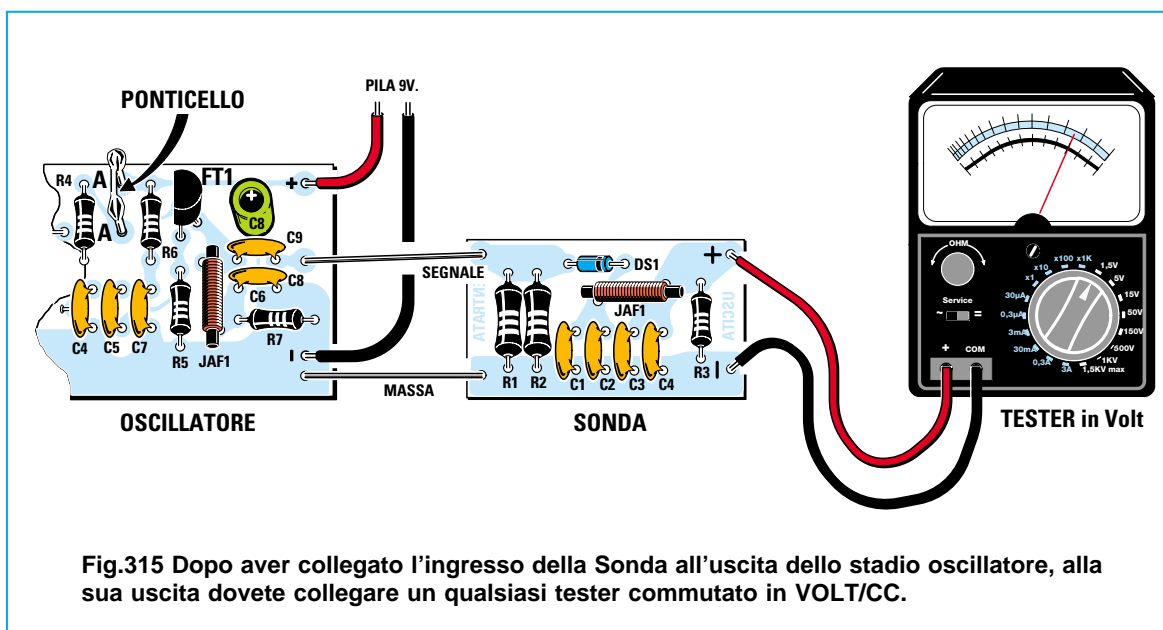



Fig.312 Schema pratico di montaggio della Sonda di carico siglata LX.5037.

Fig.313 Foto della Sonda di carico da utilizzare per misurare un segnale RF.

Fig.314 Per conoscere la potenza in Watt, usate questa formula. Poichè la somma di R + R dà 100, potete semplificare la formula nel modo seguente: (V x V) : 100.

Fig.315 Dopo aver collegato l'ingresso della Sonda all'uscita dello stadio oscillatore, alla sua uscita dovete collegare un qualsiasi tester commutato in VOLT/CC.

Ammesso di leggere una tensione di **1,2 volt**, sapremo che questo stadio oscillatore eroga una **potenza** di:

(1,2 x 1,2) : (50 + 50) = 0,0144 watt

che corrispondono a **14,4 milliwatt**.

Infatti, come saprete, per ottenere i **milliwatt** si devono moltiplicare i **watt** per **1.000**.

Precisiamo che la **potenza reale** erogata da un qualsiasi stadio oscillatore risulterà leggermente **superiore**, perchè nella formula **non** viene considerata la **caduta** di **tensione** introdotta dal **diodo raddrizzatore** che si aggira intorno agli **0,6 volt**.

Quindi se sul tester leggiamo **1,2 volt**, la tensione **reale** sarebbe di **1,2 + 0,6 = 1,8 volt** e con questa tensione la **potenza** risulterà pari a:

(1,8 x 1,8) : (50 + 50) = 0,0324 watt

che corrispondono a **32,4 milliwatt**.

Dopo aver appurato che lo stadio oscillatore eroga un segnale **RF**, conviene sempre verificare se questo **non** sia **critico** e per farlo basta eseguire questi semplici **test**:

1° - Ridurre la tensione di alimentazione da **12** a **9 volt**: ovviamente la lancetta del **tester**, applicato sulla **sonda** di **carico**, scenderà su **0,9-0,8 volt** a conferma che, riducendo la tensione di alimentazione, **diminuisce** proporzionalmente la **potenza** d'uscita. Togliere la tensione di alimentazione e poi reinserirla e se sul **tester** non si leggerà nuovamente **0,9-0,8 volt**, significa che il **trimmer** posto sulla **B**ase del transistor non è stato tarato per fargli assorbire **9-10 mA**.

2° - Provare ad alimentare lo stadio oscillatore con una tensione di **15 volt**: aumentando la tensione la lancetta del tester devierà da **1,2-1,3 volt** a **1,4-1,5 volt**. Da questa prova si può dedurre che, aumentando la tensione di alimentazione, **aumenta** anche la **potenza** d'uscita.

Tutti gli schemi di oscillatori proposti in questa Lezione, anche se sono stati progettati per funzionare con una tensione di **12 volt**, funzioneranno ugualmente anche se alimentati con una tensione di **9 volt** oppure di **15 volt**.

RADIOMICROFONO in FM da 88-108 MHz

Se la **teoria** è necessaria per conoscere i principi base, la **pratica** aiuta ad apprendere più velocemente tutte le nozioni teoriche.

Per dimostrarvi che realizzare un piccolo **trasmettitore** è più facile di quanto si potrebbe supporre, ve ne faremo montare **uno** e grande sarà la vostra soddisfazione quando riuscirete a far ascoltare la vostra voce a distanza.

Poichè pochi disporranno di un ricevitore per **onde corte** ma tutti lo avranno per la gamma **FM** da **88-108 MHz**, il trasmettitore che vi proponiamo coprirà tutta questa **gamma**.

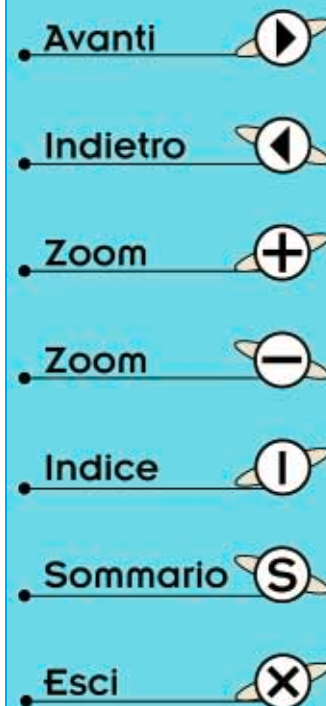
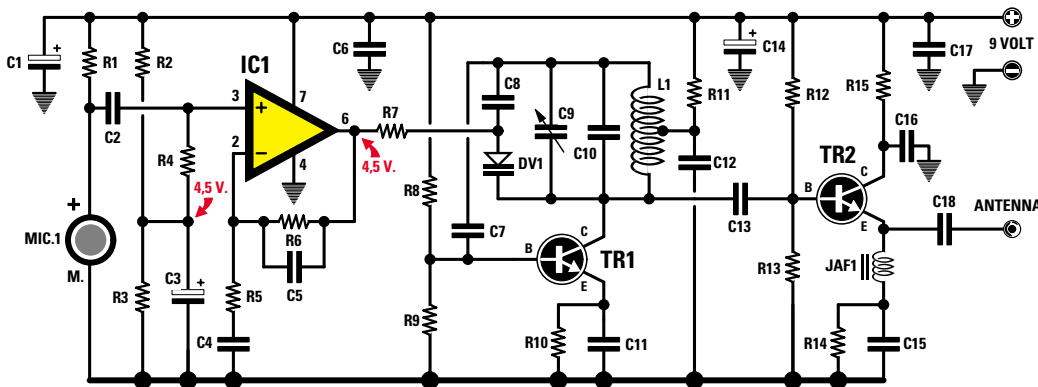



Fig.316 Schema elettrico del microtrasmettitore FM che trasmette sulla gamma 88-108 MHz.

Precisiamo subito che trasmettendo con una **potenza** di pochi **milliwatt**, potremo raggiungere una distanza non superiore a circa **50-60 metri**, perchè la gamma **FM** oggi è troppo affollata da **emittenti private** che trasmettono con dei **kilowatt**.

Una decina di anni fa, quando su questa gamma **FM** vi erano solo **2-3 emittenti** che trasmettevano con potenze di poche **centinaia** di **watt**, con questo radiomicrofono si riuscivano a raggiungere anche delle distanze di circa **300 metri**.

Per capire il motivo per cui oggi **non** si riescono a coprire distanze superiori a **50-60 metri**, vi proponiamo una semplice analogia.

Se vi trovate in una discoteca che diffonde della musica con Casse Acustiche da **1.000 watt**, difficilmente riuscirete ad ascoltare una radio portatile che diffonde pochi **watt**.

Solo quando gli altoparlanti della discoteca **taceranno** riuscirete ad ascoltare la vostra radio, ma non appena questi inizieranno a **sparare** i loro **1.000 watt**, vi converrà spegnerla perchè la sua **debole potenza** non riuscirà mai ad avere il sopravvento su queste elevate potenze.

SCHEMA ELETTRICO del TRASMETTITORE

Lo schema elettrico riportato in fig.316 è composto da uno **stadio oscillatore** seguito da uno stadio preamplificatore **RF** (vedi **TR2**), più uno stadio amplificatore **BF** (vedi **IC1**), che serve per modulare in **FM**, tramite il diodo varicap **DV1**, il segnale generato dal transistor **TR1**.

Iniziamo la descrizione dal piccolo **microfono** si-

ELENCO COMPONENTI LX.5036

R1 = 10.000 ohm
R2 = 22.000 ohm
R3 = 22.000 ohm
R4 = 22.000 ohm
R5 = 22.000 ohm
R6 = 220.000 ohm
R7 = 100.000 ohm
R8 = 47.000 ohm
R9 = 10.000 ohm
R10 = 100 ohm
R11 = 47 ohm
R12 = 12.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 100 ohm
R15 = 22 ohm
C1 = 10 µF elettr.
C2 = 56.000 pF poliestere
C3 = 10 µF elettr.
C4 = 470.000 pF poliestere
C5 = 47 pF ceramico
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 33 pF ceramico
C8 = 4,7 pF ceramico
C9 = 2-15 pF compensatore
C10 = 8,2 pF ceramico
C11 = 22 pF ceramico
C12 = 10.000 pF ceramico
C13 = 22 pF ceramico
C14 = 10 µF elettr.
C15 = 1.000 pF ceramico
C16 = 10.000 pF ceramico
C17 = 100.000 pF poliestere
C18 = 100 pF ceramico
TR1-TR2 = transistor 2N.2222
DV1 = diodo varicap BB.909
L1 = bobina 5 spire
IC1 = integrato TL.081
JAF1 = impedenza RF
MIC = capsula microfonica

glato **MIC.1** che, captando le onde **sonore**, le trasforma in un segnale elettrico.
Questo segnale viene applicato sull'ingresso **non invertente** (piedino **3**) dell'operazionale **IC1**, che provvede ad amplificarlo di circa **22 volte**.

Poichè polarizziamo l'ingresso **non invertente** con una tensione fissa di **4,5 volt** tramite il partitore resistivo **R2-R3**, sul suo piedino d'**uscita 6** ci ritroveremo, in **assenza** di **segnale BF**, una tensione **positiva** di **4,5 volt**.

Quando sull'uscita dell'operazionale giungono le **semionde positive** del segnale **BF** captato dal microfono, la tensione sale da **4,5 volt** a **5 volt** e quando giungono le **semionde negative** la tensione scende da **4,5 volt** a **4 volt**.

Applicando, tramite la resistenza **R7**, le variazioni di tensione presenti sull'uscita di **IC1** direttamente sul diodo varicap **DV1**, è possibile variare la sua **capacità** e di conseguenza la **frequenza** generata dallo stadio oscillatore.
Un segnale **modulato** in **frequenza** può essere captato da un qualsiasi ricevitore **FM**.

Poichè le variazioni di tensione sull'uscita di **IC1** risultano proporzionali all'**ampiezza** del segnale **BF** captato dal microfono, se parliamo a **bassa voce** otteniamo una variazione di tensione minore rispetto a quando parliamo ad **alta voce**.

Accantoniamo ora per un istante questo stadio di **BF** e passiamo allo stadio oscillatore composto dal transistor **TR1**. Già sappiamo che la **frequenza** che desideriamo irradiare dipende dal **numero** di spire della bobina **L1** e dal valore della **capacità** posta in parallelo a questa bobina (vedi **C9+C10**).
Sapendo che il compensatore **C9** ha una capacità variabile da **2** a **15 pF** e il condensatore **C10** una capacità di **8,2 pF**, ruotando il perno del compensatore possiamo variare la capacità, posta in parallelo alla bobina **L1**, da un **minimo** di **10,2 pF** fino ad un **massimo** di **28,2 pF**: di conseguenza riusciremo a spostare la frequenza generata da un minimo di **87 MHz** fino ad un massimo di **109 MHz**.

Per **irradiare** nello spazio il segnale **RF** generato dallo stadio oscillatore è necessario applicarlo ad un filo che svolge la funzione di **antenna**.

Lo spezzone di filo che funge d'**antenna** viene collegato direttamente all'**E**mettitore del transistor **TR2** e, per evitare che il segnale **RF** si scarichi a **massa** tramite la resistenza **R14** e il condensatore **C15**, abbiamo inserito in serie una piccola **impedenza RF** (vedi **JAF1**).

Il segnale **RF**, non potendosi scaricare a **massa**, è obbligato a raggiungere l'**antenna** irradiante.

Per alimentare questo microtrasmettitore occorre una tensione di **9 volt**, che preleviamo da una comune pila per radio portatili.

REALIZZAZIONE PRATICA

Richiedendoci il kit siglato **LX.5036** vi verranno forniti tutti i componenti necessari per realizzare questo **radiomicrofono**, compreso il **circuito stampato** già forato e completo di disegno serigrafico con le **sigle** dei componenti.

Potete iniziare il montaggio inserendo lo zoccolo per l'integrato **IC1**, saldando i suoi **piedini** sulle piste in rame del circuito stampato.

Completata questa operazione, iniziate a saldare tutte le **resistenze** verificando i **colori** presenti sul loro corpo per evitare di inserire una resistenza con un valore **ohmico** errato.

Dopo le resistenze potete montare il **diodo varicap**, rivolgendo il lato del suo corpo contornato da una **fascia verde** verso la bobina **L1**.

Proseguendo nel montaggio, inserite i condensatori **ceramici**, poi i **poliestere** premendoli a fondo nel circuito stampato e, se vi trovate in difficoltà nel **decifrare** il valore della capacità stampigliato sul loro corpo, consultate la **Lezione N.3** e riuscirete a risolvere velocemente questo problema.

Quando inserite i condensatori **elettrolitici**, rispettate la polarità **+/–** dei due terminali e se sul loro corpo non c'è nessun riferimento ricordatevi che il terminale **positivo** è il più lungo.

In prossimità del transistor **TR1** inserite il piccolo **compensatore C9**, necessario per sintonizzarvi su una **frequenza libera** della gamma **FM** e, vicino al transistor **TR2**, la piccola impedenza in **ferrite** siglata **JAF1**.

Prendete quindi i due transistor **2N2222** che hanno un corpo metallico e collocateli negli spazi indicati con le sigle **TR1-TR2**, orientando la loro piccola **sporgenza** metallica come appare illustrato nello schema pratico di fig.319.

Il piccolo **microfono** preamplificato va inserito nei due fori liberi presenti sul lato sinistro del circuito stampato, dopo aver individuato il suo terminale di **massa**.
Capovolgendone il corpo potete individuare facil-

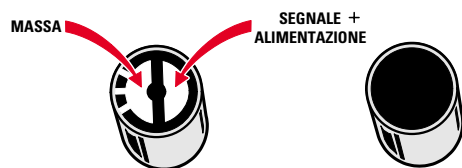



Fig.317 Prima di collegare il piccolo microfono al circuito stampato, controllate quale delle due piste è quella collegata elettricamente al metallo esterno del microfono. Questa pista è quella di Massa, l'altra è quella del segnale.

Fig.318 Per realizzare la bobina L1, avvolgete 5 spire unite su un tondino del diametro di 6 mm (supporto di una punta da trapano) usando il filo di rame nudo da 1 mm inserito nel kit. Dopo averle avvolte, prima di togliere la bobina dal supporto, spaziatele accuratamente in modo da ottenere un solenoide della lunghezza di 10 mm.

mente tale terminale, perchè la sua pista risulta collegata, per mezzo di un **sottile ponticello** (vedi fig.317), al **metallo** che ricopre la parte esterna del microfono.
Se invertirete sullo stampato i due terminali **M** e **+** del microfono, il circuito **non** funzionerà.
Ora prendete l'integrato **TL.081** ed inseritelo nel suo zoccolo, rivolgendo il lato dov'è presente la piccola **U** di riferimento verso il condensatore **C2**.

Sul circuito manca ancora la bobina di sintonia **L1**, che dovete autocostruirvi avvolgendo **5 spire** sopra ad un tondino del diametro di **6 mm**, utilizzando il filo di rame stagnato del diametro di **1 mm** che troverete nel kit.

Se non avete a disposizione un tondino del diametro richiesto, acquistate in ferramenta una **punta** da trapano da **6 mm**.

Dopo aver avvolto **5 spire affiancate**, spaziatele in modo da ottenere una bobina lunga **10 mm** circa (vedi fig.318).

Una volta inseriti i due capi della bobina nei due fori dello stampato, saldateli sulle piste in rame sottostanti.
Ora prendete un sottile filo di rame nudo e infilatelo nel foro dello stampato posto vicino alla resistenza **R11** e al condensatore **C12** e saldate anche questo sulla sottostante pista di rame.
Saldate infine il capo opposto sulla spira **centrale** della bobina **L1**.

Per completare il montaggio, inserite nel circuito stampato i due fili **rosso** e **nero** della **presa pila** e collegate nel foro presente in prossimità del condensatore **C18** uno spezzone di filo di rame che vi servirà come **antenna** irradiante.

L'ANTENNA

Lo **spezzone** di filo da utilizzare come **antenna** deve risultare lungo **1/4** di **lunghezza d'onda**.

Usando un filo più **lungo** o più **corto** del richiesto la **potenza** irradiata si **ridurrà**.

Per calcolare questa **lunghezza**, dovete prima conoscere la frequenza del **centro** banda di **88-108 MHz** eseguendo questa semplice operazione:

(88 + 108) : 2 = 98 MHz

Per calcolare la lunghezza in **centimetri** pari a **1/4 d'onda** dovete utilizzare la formula:

lunghezza in cm = 7.200 : MHz

quindi vi servirà uno spezzone di filo lungo:

7.200 : 98 = 73,46 centimetri

In pratica si può tranquillamente usare un filo lungo **73** oppure **74 centimetri**.

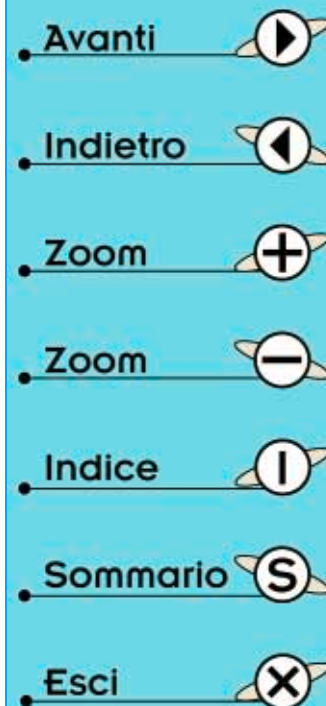
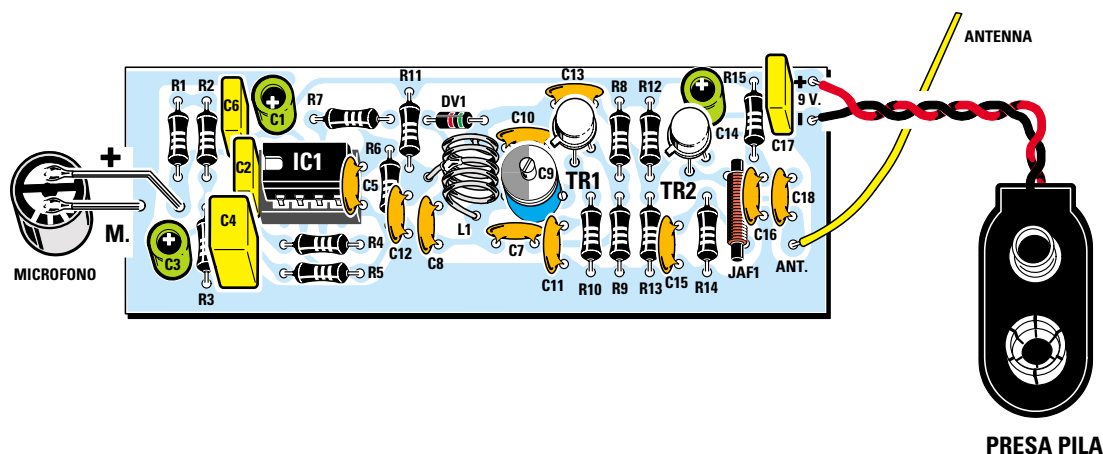



Fig.319 Schema pratico di montaggio del microtrasmettitore in FM.
Premete a fondo nel circuito stampato il corpo delle resistenze e dei condensatori, poi, dopo aver saldato i terminali, tagliatene l'eccedenza con un paio di forbicine. Solo il corpo dei due transistor, non va premuto a fondo nel circuito stampato.
Quando inserite i transistor, ricordate di rivolgere verso il basso la piccola tacca metallica che fuoriesce dal loro corpo, così come appare evidenziato nel disegno.

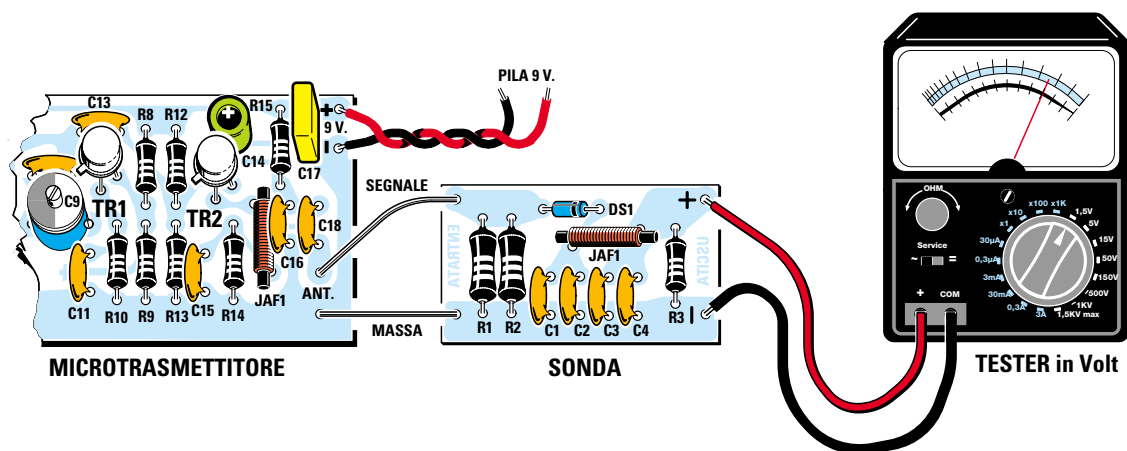



Fig.320 Se volete conoscere la potenza erogata da questo microtrasmettitore, dovete collegare alla sua uscita la Sonda di carico siglata LX.5037. Questa misura va effettuata scollegando dall'uscita del microtrasmettitore il filo dell'antenna irradiante.

Fig.321 Foto del trasmettitore in FM. Il circuito stampato che vi forniremo risulta già forato e completo di disegno serigrafico. Per aumentare la portata, anzichè utilizzare un'antenna lunga 73-74 cm, si potrebbe utilizzare un filo lungo 220 cm pari a 3/4 di lunghezza d'onda. Se userete lunghezze diverse, irradierete meno potenza.

PER SINTONIZZARSI su una FREQUENZA

Completato il montaggio, la prima operazione che dovete eseguire sarà quella di prendere un **ricevitore FM** e di ruotare la sua **sintonia** fino a trovare una **frequenza** che non risulti occupata da una **potente emittente**.

In qualche città sarà facile trovarla perchè poche saranno le **emittenti private** che trasmettono su questa gamma **FM**, in altre invece le difficoltà potrebbero essere maggiori.

Normalmente una frequenza **libera** si trova quasi sempre vicino ai due estremi della gamma **FM**, cioè su **88 MHz** o su **108 MHz**.

Dopo esservi sintonizzati su questa **frequenza libera**, appoggiate il radiomicrofono su un tavolo e ruotate molto lentamente il perno del compensatore **C9** con un piccolo cacciavite **plastico**.

Se userete un cacciavite **metallico** vi accorgerete che, togliendo la lama, sul perno del compensatore la **frequenza** si sposterà perchè abbiamo tolto dal circuito la **capacità parassita** del cacciavite.

Se non trovate un cacciavite di plastica potete usare anche un sottile cacciavite metallico controllando, quando lo togliete, di quanto si **sposta** la frequenza dell'oscillatore.
Se con il cacciavite inserito vi siete sintonizzati sui **90 MHz** e togliendo il cacciavite la sintonia si sposta sui **91 MHz**, se volete trasmettere sui **90 MHz** dovete sintonizzarvi con la **lama** del cacciavite **inserito** nel compensatore sulla frequenza di **89 MHz** affinchè, quando la allontanerete, la frequenza si sposti sui **90 MHz**.

Se il radiomicrofono è collocato a pochi metri dal **ricevitore** noterete che, sintonizzandovi sulla frequenza prescelta, dall'altoparlante fuoriuscirà un **fischio** acuto.

Questo **fischio**, chiamato effetto **Larsen**, è la conseguenza di una **reazione** che si genera perchè il microfono capta il segnale dall'altoparlante e lo ritrasmette verso il ricevitore.

Se **allontanate** il radiomicrofono dal ricevitore o meglio ancora se lo collocate in un'altra stanza, questo fischio **sparirà** e in sua sostituzione potrete ascoltare la vostra **voce**.

Se prendete in **mano** il radiomicrofono, noterete che la sua frequenza si sposterà perchè la vostra mano avrà aggiunto una **capacità parassita**.

Se avete una piccola e **sensibile** radio portatile **FM** potete mettere il radiomicrofono su un tavolo oppure su una mensola, dopodichè potete divertirvi ad ascoltare a **distanza** i dialoghi delle persone presenti nella stanza.

LE FORMULE per le BOBINE

Per ricavare il valore in **microhenry** di una bobina **cilindrica** vi sono una infinità di **formule** teoriche e tra queste la più valida è la seguente:

$$\mu H = [\,(9{,}87 \times D^2 \times N^2) : (1.000 \times L)] \times Y$$

µH = valore della bobina in **microhenry**
9,87 = **numero** fisso
D = **diametro** della bobina in **centimetri**
D^2 = **diametro** elevato al **quadrato**
N = **numero totale** delle spire avvolte
N^2 = **numero** delle spire elevato al **quadrato**
L = **lunghezza** occupata dall'avvolgimento sempre espressa in **centimetri**
Y = **fattore** prelevato dalla **Tabella N.16** dopo aver diviso il **D**iametro per la **L**unghezza della bobina

Dalla formula sopra riportata si possono ricavare altre due formule che permettono di calcolare con una buona approssimazione il **numero** delle **spire** oppure il **diametro** del supporto espresso in **centimetri** da usare per la bobina:

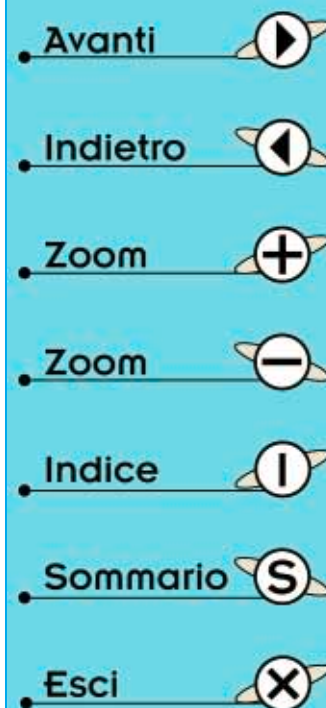
$$N\ spire = \sqrt{[\,(\mu H \times L \times 1.000) : (9{,}87 \times D^2 \times Y)]}$$

$$D\ in\ cm = \sqrt{[\,(\mu H \times L \times 1.000) : (9{,}87 \times N^2 \times Y)]}$$

Importante = Usando queste formule **non** è necessario conoscere la **spaziatura** tra spira e spira, perchè se queste sono avvolte **unite** si ottiene una lunghezza **L** minore rispetto quella che si otterrebbe se fossero **spaziate**.

Ricordatevi che se si avvolgono le **spire unite** bisogna usare del filo di rame **smaltato** per evitare di porle in **cortocircuito**, mentre se si avvolgono **spaziate** è possibile usare del filo di rame **nudo**, cioè senza smalto.

Se avvolgiamo delle bobine su un supporto di diametro **minore** di **10 mm** utilizzando del filo di rame con un diametro **maggiore** di **0,3 mm**, dovremo considerare anche lo spessore del filo, quindi al **diametro** della bobina andrà **sommato** il diametro del filo.

Per farvi meglio comprendere come usare queste formule vi proponiamo alcuni esempi numerici.

1° ESEMPIO di CALCOLO

Supponiamo di voler realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **27 MHz**, avendo a disposizione un **compensatore** con una capacità variabile da **5 pF** a **40 pF**, e di voler quindi sapere quante **spire** avvolgere su un supporto plastico del **diametro** di **10 mm**.

Soluzione = Come prima operazione dovremo calcolare il valore in **microhenry** che dovrà avere la bobina per oscillare sui **27 MHz** con una capacità di circa **25 pF**, cioè con il **compensatore** ruotato a **metà corsa**.

A questa capacità ci conviene subito sommare almeno **5 pF** di **capacità parassita**, sempre presente in un montaggio (capacità delle piste del circuito stampato, del transistor, ecc.), quindi otterremo una capacità totale di **30 pF**.

La formula per ricavare il valore in **microhenry** è la seguente:

L1 µH = 25.300 : [(MHz x MHz) x C1 pF]

Inserendo nella formula i dati otterremo:

25.300 : [(27 x 27) x 30] = 1,15 microhenry

Conoscendo il **diametro** del supporto pari a **10 mm**, se per avvolgere le spire usiamo del filo di rame da **0,7 mm** dovremo sommare ai **10 mm** il diametro del filo, quindi otterremo un **diametro** totale di **10,7 mm**.

Per ricavare il valore in **microhenry** dovremo procedere per **tentativi**, quindi inizieremo i calcoli con **20 spire**.

Usando del filo di rame del diametro di **0,7 mm**, avvolgendo tutte le spire **unite** otterremo una **lunghezza** di circa **14 mm**.

Sapendo che la formula per conoscere il valore in **microhenry** è la seguente:

µH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

divideremo il diametro **D** della bobina pari a **10,7**

Fig.322 Formule necessarie per ricavare il valore in microhenry di una bobina, conoscendo il numero delle spire, il diametro del supporto e la lunghezza dell'avvolgimento, oppure per conoscere quante spire avvolgere per ottenere i microhenry richiesti.

TABELLA N.16 Fattore Y (rapporto diametro del tubo e lunghezza della bobina)

D/L	fattore Y	D/L	fattore Y	D/L	fattore Y	D/L	fattore Y
0,01	0,995	0,55	0,803	1,09	0,669	1,63	0,574
0,02	0,991	0,56	0,800	1,10	0,667	1,64	0,573
0,03	0,987	0,57	0,797	1,11	0,665	1,65	0,572
0,04	0,983	0,58	0,794	1,12	0,663	1,70	0,565
0,05	0,979	0,59	0,791	1,13	0,661	1,75	0,558
0,06	0,974	0,60	0,788	1,14	0,659	1,80	0,551
0,07	0,970	0,61	0,785	1,15	0,657	1,85	0,544
0,08	0,967	0,62	0,783	1,16	0,655	1,90	0,538
0,09	0,963	0,63	0,780	1,17	0,653	1,95	0,532
0,10	0,959	0,64	0,777	1,18	0,651	2,00	0,526
0,11	0,955	0,65	0,774	1,19	0,649	2,05	0,520
0,12	0,950	0,66	0,772	1,20	0,647	2,10	0,514
0,13	0,947	0,67	0,769	1,21	0,645	2,15	0,508
0,14	0,943	0,68	0,766	1,22	0,643	2,20	0,503
0,15	0,939	0,69	0,763	1,23	0,641	2,25	0,497
0,16	0,935	0,70	0,761	1,24	0,639	2,30	0,492
0,17	0,931	0,71	0,758	1,25	0,638	2,35	0,487
0,18	0,928	0,72	0,755	1,26	0,636	2,40	0,482
0,19	0,924	0,73	0,753	1,27	0,634	2,45	0,477
0,20	0,920	0,74	0,750	1,28	0,632	2,50	0,472
0,21	0,916	0,75	0,748	1,29	0,630	2,55	0,467
0,22	0,913	0,76	0,745	1,30	0,628	2,60	0,462
0,23	0,909	0,77	0,743	1,31	0,626	2,65	0,458
0,24	0,905	0,78	0,740	1,32	0,624	2,70	0,454
0,25	0,902	0,79	0,737	1,33	0,623	2,75	0,450
0,26	0,898	0,80	0,735	1,34	0,621	2,80	0,445
0,27	0,894	0,81	0,732	1,35	0,620	2,85	0,441
0,28	0,891	0,82	0,730	1,36	0,618	2,90	0,437
0,29	0,887	0,83	0,728	1,37	0,616	2,95	0,433
0,30	0,884	0,84	0,725	1,38	0,614	3,00	0,429
0,31	0,880	0,85	0,723	1,39	0,612	3,10	0,422
0,32	0,877	0,86	0,720	1,40	0,611	3,20	0,414
0,33	0,873	0,87	0,718	1,41	0,609	3,30	0,407
0,34	0,870	0,88	0,716	1,42	0,607	3,40	0,401
0,35	0,867	0,89	0,713	1,43	0,606	3,50	0,394
0,36	0,863	0,90	0,710	1,44	0,604	3,60	0,388
0,37	0,860	0,91	0,708	1,45	0,603	3,70	0,382
0,38	0,854	0,92	0,706	1,46	0,601	3,80	0,376
0,39	0,855	0,93	0,704	1,47	0,599	3,90	0,370
0,40	0,850	0,94	0,702	1,48	0,598	4,00	0,366
0,41	0,846	0,95	0,700	1,49	0,596	4,10	0,360
0,42	0,843	0,96	0,698	1,50	0,595	4,20	0,355
0,43	0,840	0,97	0,695	1,51	0,593	4,30	0,350
0,44	0,837	0,98	0,693	1,52	0,591	4,40	0,345
0,45	0,834	0,99	0,691	1,53	0,590	4,50	0,341
0,46	0,830	1,00	0,688	1,54	0,588	4,60	0,336
0,47	0,827	1,01	0,686	1,55	0,587	4,70	0,332
0,48	0,824	1,02	0,684	1,56	0,585	4,80	0,328
0,49	0,821	1,03	0,682	1,57	0,583	4,90	0,323
0,50	0,818	1,04	0,679	1,58	0,582	5,00	0,320
0,51	0,815	1,05	0,677	1,59	0,580	5,50	0,302
0,52	0,812	1,06	0,675	1,60	0,579	6,00	0,285
0,53	0,809	1.07	0,673	1,61	0,577	6,50	0,271
0,54	0,806	1,08	0,671	1,62	0,576	7,00	0,258

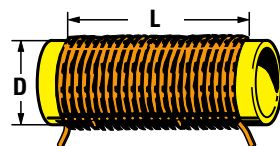



Fig.323 Dividendo il Diametro della bobina per la Lunghezza del suo avvolgimento, otterrete un Rapporto che vi servirà per ricavare il fattore Y dalla Tabella N.16. Se il diametro del filo usato per avvolgere le spire è maggiore di 0,3 mm, dovete sommare al diametro del supporto anche il quello del filo.

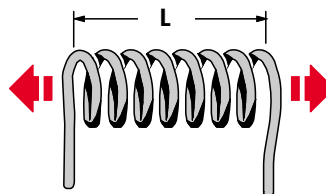



Fig.324 In una bobina avvolta con spire spaziate, più aumenta la spaziatura tra spira e spira più si riduce il valore in microhenry della bobina.

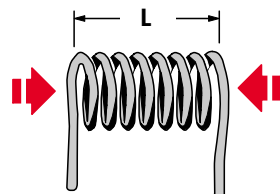



Fig.325 Quindi, più si riduce la spaziatura tra spira e spira, più aumenta il valore in microhenry, come dimostrano anche i calcoli teorici.

mm per la lunghezza **L** prefissata sui **14 mm** in modo da ottenere il **rapporto D/L**:

10,7 : 14 = 0,76 rapporto D/L

Nella terza colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **0,76** e dalla quarta colonna preleveremo il fattore **Y** pari a **0,745**.

Dopodichè convertiremo la lunghezza **L**, pari a **14 mm**, in centimetri: **14 : 10 = 1,4 cm**.

Anche il diametro **D**, pari a **10,7 mm**, va convertito in centimetri, quindi otterremo **1,07 cm**, valore che eleveremo al quadrato: **1,07 x 1,07 = 1,1449** e che arrotonderemo a **1,145**.

Dopodichè eleveremo al quadrato anche il numero delle **20 spire**, ottenendo **20 x 20 = 400**.

Inserendo nella formula tutti i dati che già conosciamo otterremo:

µH = [(9,87 x 1,145 x 400) : (1.000 x 1,4)] x 0,745

Come **prima** operazione eseguiremo i calcoli racchiusi nella prima parentesi:

9,87 x 1,145 x 400 = 4.520,46

Come **seconda** operazione eseguiremo i calcoli racchiusi nella seconda parentesi:

1.000 x 1,4 = 1.400

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

4.520,46 : 1.400 = 3,2289

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per **0,745**:

3,2289 x 0,745 = 2,40 microhenry

Constatato che con **20 spire** si ottiene un valore superiore al richiesto, dovremo eseguire nuovamente tutti i calcoli scegliendo solo **12 spire**.

Poichè la **lunghezza L** dell'avvolgimento risulterà di circa **8,5 mm**, dovremo dividere il diametro **D** pari a **10,7 mm** per questa lunghezza:

10,7 : 8,5 = 1,258 rapporto D/L

Nella quinta colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **1,258** e, poichè troviamo solo **1,26**, come fattore **Y** assumeremo il numero **0,636**.

Dopodichè convertiremo il diametro **D** di **10,7 mm** in **centimetri** ottenendo **1,07 cm**, poi lo eleveremo al quadrato: **1,07 x 1,07 = 1,1449**, arrotondando questo numero a **1,145**.

Eleveremo anche il numero delle **12 spire** al quadrato ottenendo **12 x 12 = 144**.

Convertendo la lunghezza **L** di **8,5 mm** in centimetri otterremo **8,5 : 10 = 0,85 cm**.

Inserendo tutti i dati nella formula:

µH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

otterremo:

[(9,87 x 1,145 x 144) : (1.000 x 0,85)] x 0,636

Come **prima** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella prima parentesi:

9,87 x 1,145 x 144 = 1.627,36

Come **seconda** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella seconda parentesi:

1.000 x 0,85 = 850

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

1.627,36 : 850 = 1,91

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per **0,636**:

1,91 x 0,636 = 1,21 microhenry

Anche se con **12 spire** otteniamo in via **teorica** un valore di **1,21 microhenry**, possiamo già considerarlo valido, perchè il **compensatore** posto in parallelo alla bobina ci permetterà di correggere questa piccola differenza.

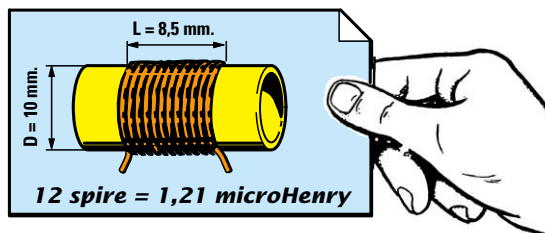
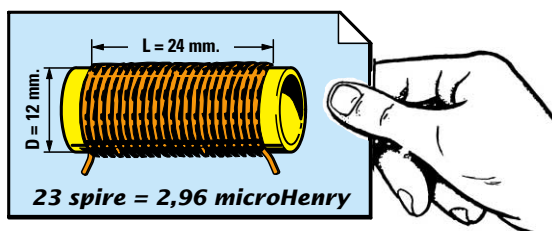



Fig.326 Se su un supporto del diametro di 10 mm vengono avvolte 20 spire con filo di rame da 0,7 mm, si ottiene una induttanza di 2,40 microhenry, mentre con 12 spire si ottengono 1,21 microhenry.

2° ESEMPIO di CALCOLO

Abbiamo una bobina composta da **23 spire** leggermente spaziate che coprono una **lunghezza** di **24 mm** e vorremmo conoscere il suo valore in **microhenry**. Il **diametro** del supporto è di **12 mm** mentre il **diametro** del filo è di **1 mm**.

Soluzione = Sommando al **diametro** del supporto il **diametro** del filo otteniamo **12+1 = 13 mm**, quindi come prima operazione dovremo dividere il diametro **D** per la lunghezza **L**:

13 : 24 = 0,541 rapporto D/L

Nella prima colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **0,54** e dalla seconda colonna preleveremo il fattore **Y** pari a **0,806**.

Sapendo che la formula per ricavare il valore in **microhenry** è:

mH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

convertiremo la lunghezza **L** di **24 mm** in centimetri ottenendo **24 : 10 = 2,4 cm**.

Convertiremo quindi anche il diametro **D** di **13 mm** in **centimetri 13 : 10 = 1,3 cm** ed eleveremo questo numero al quadrato: **1,3 x 1,3 = 1,69**.

Eleveremo al quadrato anche il numero **N** delle **spire**: **23 x 23 = 529**.

Inserendo nella formula tutti i dati in nostro possesso otterremo:

µH = [(9,87 x 1,69 x 529) : (1.000 x 2,4)] x 0,806

Come **prima** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella prima parentesi:

9,87 x 1,69 x 529 = 8.823,87

Come **seconda** operazione le moltiplicazioni racchiuse nella seconda parentesi:

1.000 x 2,4 = 2.400

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

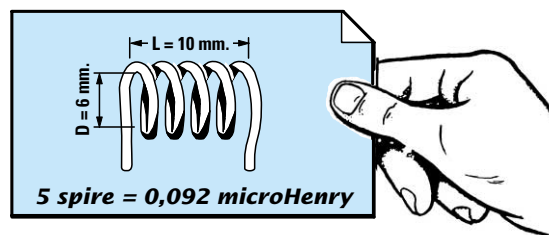
8.823,87 : 2.400 = 3,676

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per il fattore **Y** pari a **0,806**:

3,676 x 0,806 = 2,96 microhenry

Se misurassimo questa bobina con un **impedenzimetro** di **precisione**, non dovremmo meravigliarci se rileveremo **2,9** o **3,1 microhenry**, perchè questa è una **tolleranza** più che accettabile.

3° ESEMPIO di CALCOLO

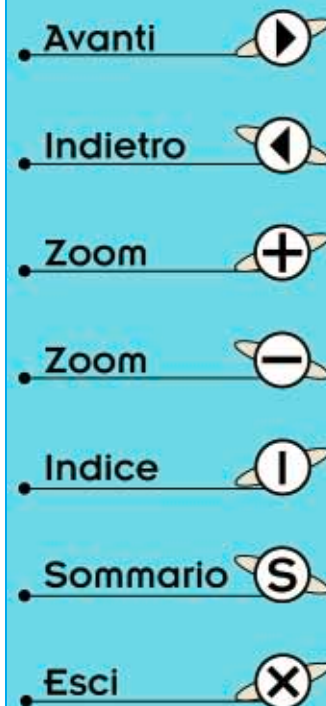
Nel piccolo trasmettitore in **FM** riportato in fig.316 è inserita una bobina (vedi **L1**) composta da **5 spire** avvolte su un **diametro** di **6 mm** e **spaziate** in modo da ottenere una lunghezza di **10 mm**, quindi vorremmo conoscere il suo valore in **microhenry**, ma anche sapere su quale frequenza si accorda lo stadio oscillatore ruotando il **compensatore** dalla sua minima alla sua massima capacità.

Soluzione = Come prima operazione dovremo calcolare il rapporto **D/L**, quindi, sapendo che abbiamo utilizzato del filo da **1 mm** e che il **diametro** del supporto risulta di **6 mm**, il diametro da inserire nella formula sarà di: **6+1 = 7 mm**:

7 : 10 = 0,7 rapporto D/L

Nella terza colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **0,7** e dalla quarta colonna preleveremo il fattore **Y** pari a **0,761**.

Per conoscere il valore in **microhenry** useremo la formula che già conosciamo:

µH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

Poichè il **diametro** e la **lunghezza** da usare in questa formula devono essere espressi in **centimetri**, eseguiremo queste due operazioni:

diametro **7 mm : 10 = 0,7 cm**
lunghezza **10 mm : 10 = 1 cm**

Dopodichè eleveremo al quadrato il **diametro** e il **numero** delle **spire**:

0,7 x 0,7 = 0,49 D^2
5 x 5 = 25 N^2

Inserendo questi **dati**, compreso il **fattore Y** nella formula, otterremo:

$\mu H = [(9,87 \times 0,49 \times 25) : (1.000 \times 1)] \times 0,761$

Come **prima** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella prima parentesi:

9,87 x 0,49 x 25 = 120,90

Come **seconda** operazione le moltiplicazioni racchiuse nella seconda parentesi:

1.000 x 1 = 1.000

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

120,90 : 1.000 = 0,1209

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per il fattore **Y** pari a **0,761**:

0,1209 x 0,761 = 0,092 microhenry

Per sapere su quale **frequenza** si accorda questa bobina useremo la formula :

$MHz = 159 : \sqrt{(\mu H \times pF\ totale)}$

Per ottenere il **pF totale** dovremo sommare alla capacità del compensatore **C9** da **15 pF** anche quelle del condensatore **C10** da **8,2 pF** e del condensatore **C8** da **4,7 pF** e in più le **capacità parassita** dello stampato e, poichè **non** conosciamo tale capacità, consideriamo a caso un valore di **7 pF**.
Facendo la somma otterremo:

15 + 8,2 + 4,7 + 7 = 34,9 pF totale

numero che possiamo arrotondare a **35 pF**.
Quindi ruotando il compensatore **C9** sulla sua **massima** capacità, il circuito dovrebbe oscillare sulla frequenza di:

$159 : \sqrt{0,092 \times 35} = 88,6\ MHz$

Ruotando alla **minima** capacità il compensatore **C9** ci ritroveremo una **capacità totale** di circa **20 pF**, quindi il circuito dovrebbe oscillare sui:

$159 : \sqrt{0,092 \times 20} = 117,2\ MHz$

Considerando le **tolleranze** dei **condensatori** e quelle della **capacità parassita**, possiamo affermare che con una bobina con **5 spire** riusciamo a rientrare nella gamma **88-108 MHz**.
Se dopo aver montato lo stadio oscillatore ci si accorge che il circuito oscilla da **90** a **118 MHz**, basterà **avvicinare** le spire della bobina in modo da ottenere una **lunghezza** di circa **9 mm**, mentre se oscilla da **80** a **106 MHz** basterà **allargare** leggermente le spire della bobina in modo da ottenere una **lunghezza** di **10,5 mm**.

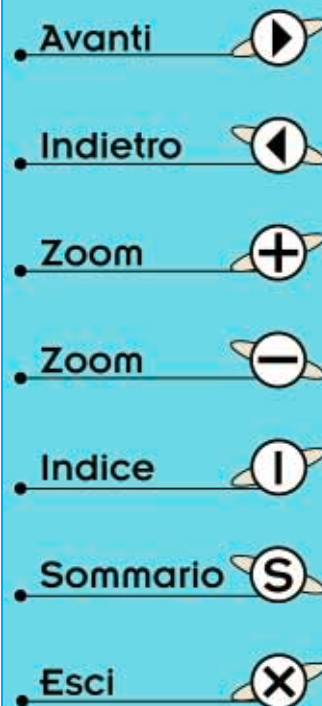
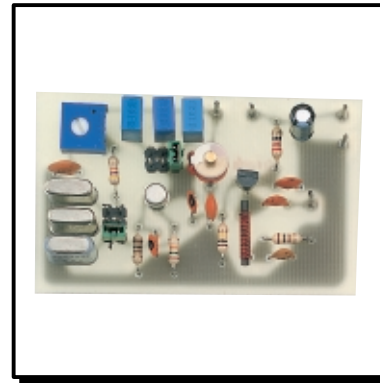
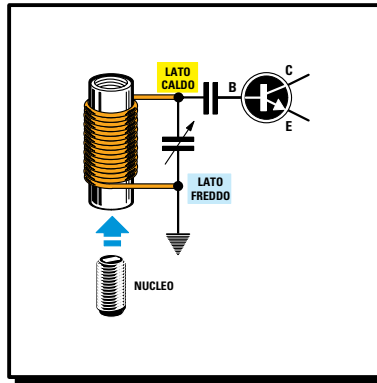
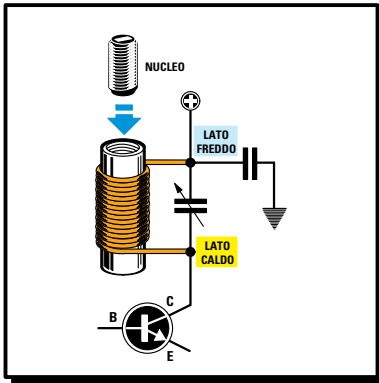
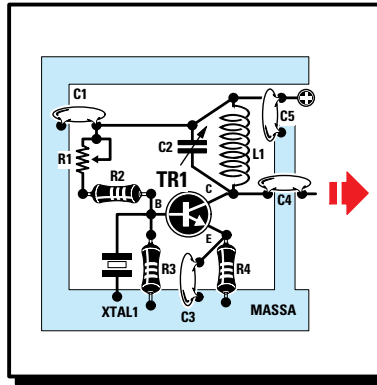
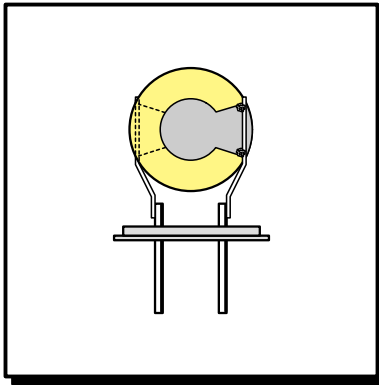
CONCLUSIONE

Usando una comune **calcolatrice tascabile** che senz'altro già possedete, riuscirete con estrema facilità a ricavare il valore in **microhenry** di una bobina, conoscendo il numero di spire, il diametro del supporto e la lunghezza dell'avvolgimento, oppure, se conoscete quale valore in **microhenry** deve avere la bobina per potervi sintonizzare su una determinata **frequenza**, potrete calcolare quante **spire** è necessario avvolgere su un **supporto** di diametro conosciuto.
Ricordate che più si **riduce** il diametro del supporto, più spire dovete avvolgere e, ovviamente, più **aumenta** questo diametro più si riduce il numero delle spire.
Se nel calcolare una qualsiasi bobina constatate che con il diametro prescelto bisogna avvolgere solo **2-3 spire**, vi consigliamo di **ridurre** il diametro del supporto in modo da poter avvolgere **7-8 spire**: infatti, maggiore sarà il numero delle spire avvolte, **minore** sarà l'errore sul valore in **microhenry** che otterrete dai vostri calcoli.
Anche se la bobina avvolta non avrà l'**esatto** valore in **microhenry** richiesto, non preoccupatevi perchè il **compensatore** posto in parallelo alla bobina (vedi fig.290) vi permetterà di sintonizzarvi sulla frequenza richiesta.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo dei componenti per realizzare il microtrasmettitore per la gamma **FM** degli **88-108 MHz** siglato **LX.5036** visibile nelle figg.319-321, compresi circuito stampato e microfono
Lire 17.000 **Euro 8,78**

Costo della sonda di carico **LX.5037** (vedi fig.313)
Lire 3.800 **Euro 1,96**

Costo del solo stampato **LX.5036**
Lire 2.800 **Euro 1,45**
Costo del solo stampato **LX.5037**
Lire 1.000 **Euro 0,52**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Anche se per raggiungere i vostri primi successi avete incontrato qualche difficoltà, leggendo queste nostre Lezioni vi renderete conto che, se l'**elettronica** viene spiegata in modo semplice e comprensibile, sono tutte facilmente superabili.

Se avete realizzato il piccolo **microtrasmettitore FM** in banda **88-108 MHz** presentato nella Lezione precedente, grande sarà stata la vostra soddisfazione nel constatare che anche un principiante può essere in grado di **trasmettere** a distanza la propria voce utilizzando un semplice circuito realizzato interamente con le proprie mani.

Dopo questo primo **successo**, se ci seguirete, acquisirete sempre maggiore sicurezza e quindi vi riuscirà via via più agevole realizzare progetti anche piuttosto impegnativi, che vi ripagheranno ampiamente dell'impegno e delle ore dedicate allo studio.

Non esitate mai a montare i piccoli circuiti che vi presentiamo, perchè i segreti dell'**elettronica** si apprendono molto di più rapidamente con la **pratica** che con la **teoria**.

In questa Lezione vi spiegheremo la differenza che esiste tra un quarzo in **fondamentale** e uno in **overtone** e se realizzerete il piccolo stadio oscillatore **LX.5038** che vi proponiamo, potrete comprendere come si comporta un **quarzo** e verificare se il circuito di sintonia **bobina+compensatore** si accorda su una **frequenza** diversa da quella stampigliata sul suo corpo.

OSCILLATORI RF a QUARZO

Nella Lezione precedente vi abbiamo spiegato che i **VFO** sono dei **generatori** di **segnali RF** che permettono, ruotando il **compensatore** o modificando il numero di spire della **bobina**, di variare con estrema facilità il valore della **frequenza** generata.
Chi ha realizzato un qualsiasi **VFO** avrà notato che, avvicinando una mano o un qualsiasi corpo metallico alla **bobina**, la **frequenza varia**, ed è proprio per evitare questo inconveniente che in molti ricetrasmettitori si preferisce utilizzare degli **oscillatori** pilotati da un **quarzo**.
Questi oscillatori, nei quali troviamo nuovamente una **bobina** e un **compensatore**, **non** vengono più utilizzati per variare la **frequenza** generata, ma solo per **eccitare** il quarzo.

I **quarzi**, come potete vedere nella foto in alto, possono avere la forma di parallelepipedo, oppure di cilindro e negli schemi elettrici vengono raffigurati con il simbolo grafico visibile in fig.327.
Non tutti sanno che all'interno di questi contenitori è racchiusa una **sottile** piastrina di **cristallo** di **quarzo** collegata a due terminali (vedi fig.328).
Eccitando tale **piastrina** con una tensione, questa inizia a **vibrare** come fosse un **diapason** generando in uscita un segnale **RF**.

La **frequenza** che un quarzo riesce a generare è stampigliata sul suo corpo, quindi un quarzo sul quale appaia l'indicazione **8,875 MHz** oscilla sulla frequenza di **8,875 MHz**, un quarzo sul quale appaia l'indicazione **27,150 MHz** oscilla sulla frequenza di **27,150 MHz**.
Ciò che determina la **frequenza** di risonanza non sono le dimensioni del quarzo, bensì lo **spessore** della sua **piastrina** e la formula per conoscere tale spessore è la seguente:

spessore in mm = 1,66 : MHz

Quindi un quarzo idoneo a generare una frequenza di **9 MHz** è provvisto di una **piastrina** dello spessore di:

1,66 : 9 = 0,1844 mm

Un quarzo idoneo a generare una frequenza di **27**

Fig.327 Questo è il simbolo grafico utilizzato per raffigurare i Quarzi negli schemi elettrici.

MHz, *dovrebbe* risultare provvisto di una piastrina **più sottile**, cioè dello spessore di:

1,66 : 27 = 0,06148 mm

mentre un quarzo idoneo a generare una frequenza di **80 MHz**, *dovrebbe* risultare provvisto di una piastrina di **quarzo** ancora **più sottile**, cioè dello spessore di:

1,66 : 80 = 0,02075 mm

È evidente che più si **sale** in frequenza più lo spessore della piastrina si **assottiglia** e, poichè questo **cristallo** è molto **fragile**, più è sottile, più facilmente si spezza se riceve un urto.

Come avrete notato, a proposito del quarzo da **27 MHz** abbiamo scritto "*dovrebbe risultare provvisto di una piastrina dello spessore di **0,06148 mm**",* e a proposito del quarzo da **80 MHz** abbiamo scritto "*dovrebbe risultare provvisto di una piastrina dello spessore di **0,02075 mm**"*, perchè all'interno di questi quarzi è inserita una **piastrina** il cui spessore risulta **3-5** volte maggiore rispetto alla frequenza che dovrebbero generare.

Vi chiederete quindi come una piastrina di spessore **maggiorato** possa oscillare su una frequenza diversa da quella ricavata dalla formula:

spessore in mm = 1,66 : MHz

ed ora ve lo spiegheremo in termini molto semplici.

Se prendiamo una piastrina dello spessore di **0,06148 mm**, che in pratica oscilla su una frequenza di:

1,66 : 0,06148 = 27 MHz

e sui suoi **due** lati incolliamo una piastrina da **0,06148 mm** (vedi fig.333), otteniamo uno spessore totale di:

0,06148 x 3 = 0,1844 mm

cioè uno spessore identico a quello necessario per far oscillare il quarzo sui **9 MHz**.

Questo quarzo composto da **3 piastrine sovrapposte** presenta la caratteristica di generare la stessa frequenza che potrebbe generare una **sola** piastrina, cioè **27 MHz**, ma anche di generare una frequenza **supplementare** pari allo spessore **totale** delle **3** piastrine, cioè:

1,66 : 0,1844 = 9 MHz

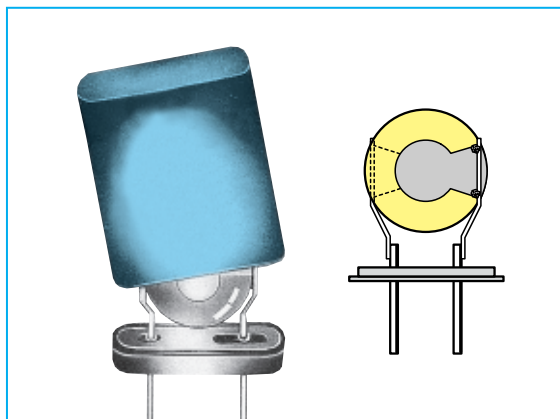



Fig.328 La piastrina del quarzo collegata ai due terminali d'uscita, è racchiusa in un piccolo contenitore metallico.

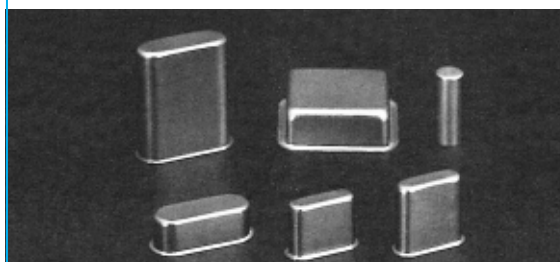



Fig.329 Il contenitore metallico nel quale è inserita la piastrina di quarzo può avere dimensioni e forme diverse.

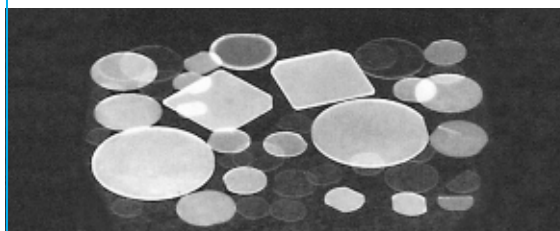



Fig.330 Nella foto, diverse piastrine di quarzo. Quello che determina la frequenza non sono le dimensioni ma lo spessore.

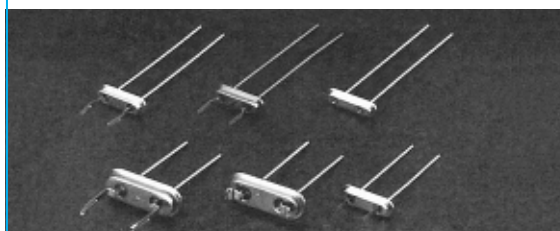



Fig.331 Le due superfici laterali del quarzo vengono saldate sui terminali che fuoriescono dal suo contenitore metallico.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

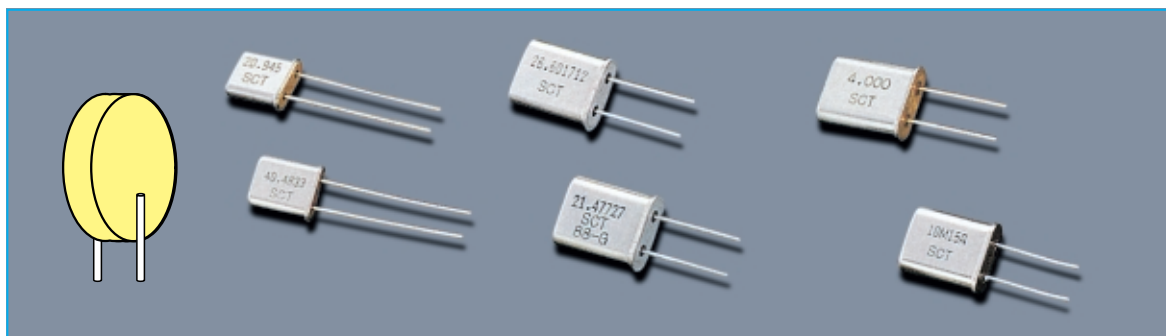



Fig.332 Sulla sinistra abbiamo raffigurato un dischetto di quarzo di spessore esagerato per dimostrarvi (vedi figg.333-334-335) che un determinato spessore si può ottenere anche sovrapponendo più piastrine di spessore minore. Sul contenitore metallico di ogni quarzo è sempre riportata la frequenza di lavoro espressa in MHz o in KHz.

Se prendiamo in considerazione uno spessore di **0,0184 mm**, che in pratica oscilla su una frequenza di:

1,66 : 0,0184 = 90 MHz

e sui suoi due lati incolliamo una piastrina da **0,0184 mm** (vedi fig.334), otteniamo uno spessore totale di:

0,0184 x 3 = 0,0552 mm

e con questo spessore il quarzo oscilla sia sulla frequenza di 90 MHz che su quella di:

1,66 : 0,0552 = 30 MHz

Aggiungendo altre **due** piastrine (vedi fig.335) otteniamo uno spessore **totale** di:

0,0184 x 5 = 0,092 mm

Questo quarzo composto da **5 piastrine** sovrapposte, presenta la caratteristica di generare la stessa frequenza che potrebbe generare una **sola** piastrina, cioè **90 MHz**, ma anche una frequenza **supplementare** determinata dallo spessore **totale** delle **5** piastrine, cioè:

1,66 : 0,092 = 18,04 MHz

Con questo esempio delle piastrine sovrapposte riteniamo vi sia ora chiaro il motivo per cui i quarzi overtone generano due frequenze diverse: una **più elevata** determinata dallo spessore della singola piastrina (stampigliata sull'involucro del quarzo), ed una notevolmente **inferiore**, determinata dallo spessore totale delle piastrine usate.
In realtà, i quarzi **overtone** si ottengono tagliando il cristallo in modo **completamente diverso** rispetto ai quarzi che devono oscillare **in fondamentale**.

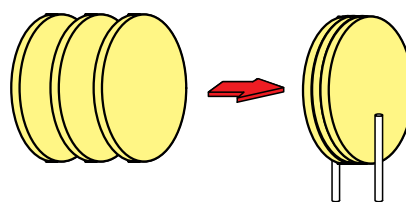



Fig.333 Incollando tre piastrine dello spessore di 0,06148 mm, si ottiene uno spessore totale di 0,1844 mm e, come spiegato nel testo, questo quarzo riesce ad oscillare sia sui 9 MHz che sui 27 MHz.

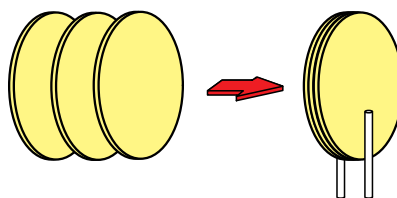



Fig.334 Incollando tre piastrine dello spessore di 0,0184 mm (una sola oscilla sui 90 MHz), si ottiene uno spessore totale di 0,0552 mm e questo quarzo riesce ad oscillare sia sui 90 MHz che sui 30 MHz.

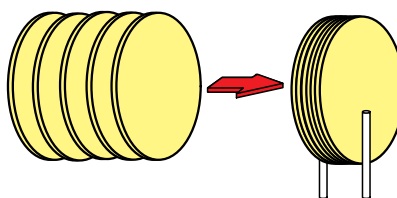



Fig.335 Incollando cinque piastrine dello spessore di 0,0184 mm (una sola oscilla sui 90 MHz), si ottiene uno spessore totale di 0,092 mm e questo quarzo riesce ad oscillare sia sui 90 MHz che sui 18,04 MHz.

QUARZI con 1 - 3 - 5 PIASTRINE

I quarzi con **1** sola piastrina sono chiamati **quarzi** in **fondamentale**, perchè possono oscillare **solo** sulla frequenza prestabilita dal loro **spessore**.

I quarzi con **3** oppure **5** piastrine sovrapposte sono chiamati **quarzi overtone**.

I quarzi **overtone** composti da **3 piastrine** sono definiti di **3° armonica** perchè, oltre a generare la **frequenza** indicata sul loro involucro, riescono a generare una frequenza **3** volte **inferiore**, determinata dallo **spessore totale**.

I quarzi **overtone** composti da **5 piastrine** sono definiti in **5° armonica** perchè, oltre a generare la **frequenza** riportata su loro involucro, riescono a generare una frequenza **5** volte **inferiore**, determinata dallo **spessore totale**.

QUARZI in FONDAMENTALE

I quarzi in **fondamentale** vengono normalmente costruiti fino ad una frequenza **max** di **20 MHz**.
Quindi se avete un quarzo da **1-10-15-18 MHz** sapete già che è in **fondamentale**.

QUARZI OVERTONE in 3° ARMONICA

I quarzi **overtone** in **3° armonica** vengono costruiti partendo da una frequenza **minima** di **20-22 MHz** fino ad arrivare ad una frequenza **massima** di circa **70 MHz**.
Quindi se avete un quarzo da **26** o **27 MHz** o da **40 MHz**, potete essere certi che si tratta di un **overtone** in **3° armonica**.

QUARZI OVERTONE in 5° ARMONICA

I quarzi **overtone** in **5° armonica** vengono costruiti partendo da una frequenza **minima** di **50-70 MHz** fino ad arrivare ad una frequenza **massima** di circa **100-120 MHz**.
Quindi se avete un quarzo da **80 MHz** potete essere certi che si tratta di un **overtone** in **5° armonica**.

LA FREQUENZA riportata sull'INVOLUCRO

La **frequenza** generata dal quarzo è sempre stampigliata sul suo involucro.
Sull'involucro è però presente solo un **numero**, ma non viene indicato se si tratta di **MHz** o **KHz**.

Pertanto, se acquistate un quarzo da **10 MHz**, non meravigliatevi di leggere sul suo involucro uno di questi numeri:

10 - 10.0 - 10.000 - 10000.0

Se acquistate un quarzo da **6 MHz**, potete trovare stampigliato uno di questi numeri:

6 - 6.00 - 6.000 - 6000.0

Se acquistate un quarzo da **27,15 MHz**, potete trovare uno di questi numeri:

27.150 - 27150 - 27150.0

Questi numeri **diversi** non devono preoccuparvi, perchè se richiedete un quarzo da **10 MHz**, ovviamente il negoziante vi fornirà un quarzo idoneo a generare tale frequenza.

LE 11 REGOLE di un oscillatore QUARZATO

1° - Scegliete sempre un **transistor** che abbia un **guadagno** superiore a **50**. Se sceglierete un transistor con un guadagno **basso**, otterrete in uscita una potenza **minore**.
Per conoscere il **guadagno** di un transistor potete utilizzare il kit siglato **LX.5014**, che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.13**.

2° - Il transistor prescelto deve avere una **frequenza** di **taglio** maggiore della frequenza sulla quale volete farlo **oscillare**.
La frequenza di **taglio** è la frequenza **limite** che il transistor è in grado di amplificare.
Quindi se volete realizzare un oscillatore **quarzato** sui **30 MHz**, dovete scegliere un transistor con una frequenza di **taglio** di **50-60 MHz**.
Se volete realizzare un oscillatore **quarzato** sui **150 MHz**, dovete scegliere un transistor con una frequenza di **taglio** di **200-300 MHz**.

3° - Non utilizzate mai dei **transistor** di **potenza** pensando di ottenere una potenza maggiore.
Qualsiasi oscillatore realizzerete, vi accorgerete subito che i transistor di **bassa potenza** erogano in uscita la **medesima** potenza fornita dai transistor di **potenza**.

4° - Cercate di far assorbire al transistor, **senza** il **quarzo inserito**, una corrente di circa **9-10 mA**: pertanto, dopo aver realizzato un qualsiasi oscillatore **quarzato**, collegate sempre in **serie** alla tensione di alimentazione un **tester** (vedi fig.336) per controllare la **corrente** di assorbimento.
Per far assorbire al transistor una corrente di **9-10 mA**, dovete ruotare il trimmer **R1**, posto in serie tra la **B**ase ed il positivo di alimentazione.

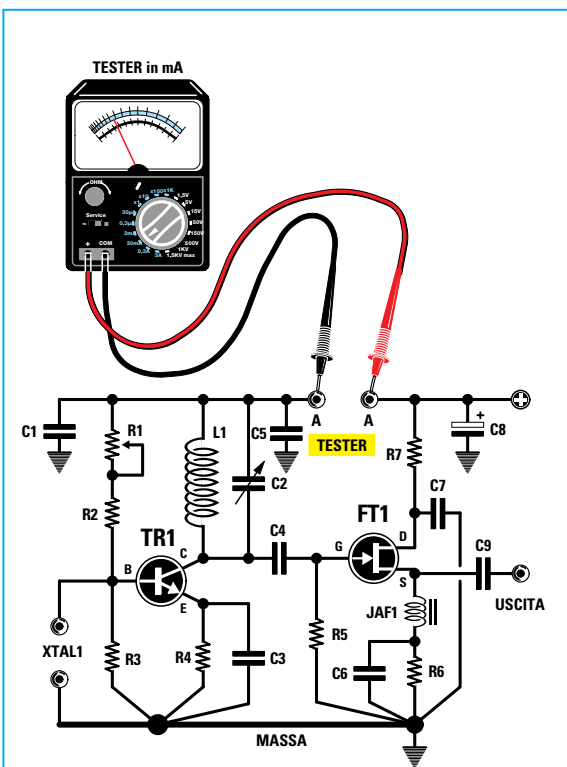



Fig.336 Prima di inserire un quarzo in uno stadio oscillatore, dovete ruotare il cursore del trimmer R1 in modo che il transistor assorba circa 9-10 milliamper. Dopo aver tarato il trimmer R1, potete misurare il valore totale di R1+R2 e poi utilizzare una sola resistenza di identico valore.

In molti schemi di oscillatori questo trimmer **non** è presente, perchè in fase di progettazione, dopo aver misurato il valore ohmico di **R1**, si inserisce **una** sola resistenza che abbia un valore pari a quello di **R1+R2**.
Se il valore **R1+R2** non corrisponde ad un valore ohmico **standard**, si ritocca il valore della resistenza **R3** in modo da far assorbire al transistor una corrente sempre di **9-10 mA**.

5° - Dopo aver inserito il quarzo, dovete ruotare il **compensatore** posto in parallelo alla **bobina**, fino a trovare la giusta capacità che lo fa oscillare. Negli **oscillatori quarzati**, quando il quarzo inizia ad **oscillare** la corrente di assorbimento varia di pochissimi **milliamper**: pertanto, per sapere quando il quarzo **oscilla** vi è una sola possibilità, vale a dire collegare all'uscita del fet la **sonda** di **carico** siglata **LX.5037** presentata nella **Lezione N.24** (vedi fig.337) e poi leggere su un **tester** la tensione erogata dallo stadio oscillatore.

6° - Se ruotando il **compensatore** non riuscite a trovare una posizione che fa **oscillare** il quarzo, sicuramente la **bobina** inserita nel circuito non ha il valore in **microhenry** richiesto, quindi la dovete sostituire con un'altra che abbia un numero di spire maggiore o minore.

7° - Per calcolare il numero di **spire** da avvolgere su un supporto per ottenere i **microhenry** richiesti, consigliamo di leggere la **Lezione N.24**.

8° - Non prelevate mai la frequenza dallo stadio oscillatore con un condensatore di elevata capacità

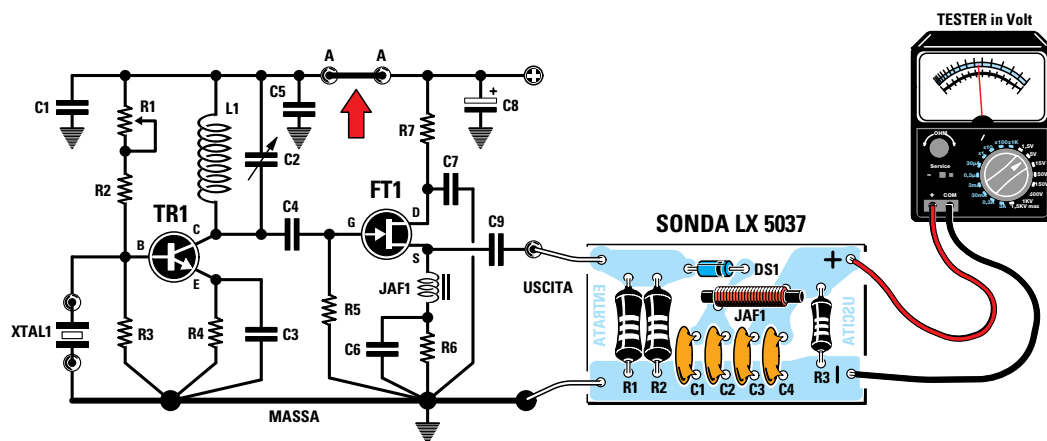



Fig.337 Tarato il trimmer R1, dovete cortocircuitare i due terminali A-A, inserire il Quarzo e a questo punto tarare il compensatore posto in parallelo alla bobina L1. Per stabilire quando il circuito di sintonia L1-C2 risulta sintonizzato sulla frequenza del quarzo, è necessario collegare all'uscita di FT1 la sonda di carico siglata LX.5037 che abbiamo presentato nella rivista N. 201.

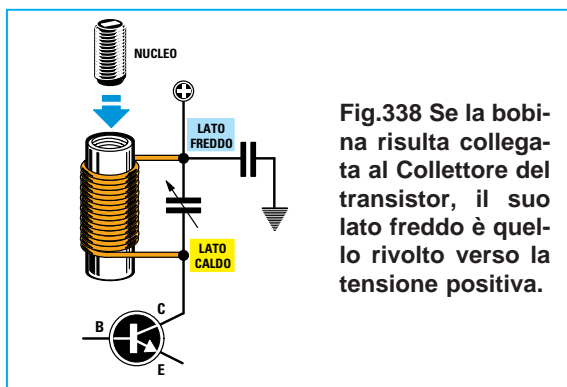



Fig.338 Se la bobina risulta collegata al Collettore del transistor, il suo lato freddo è quello rivolto verso la tensione positiva.

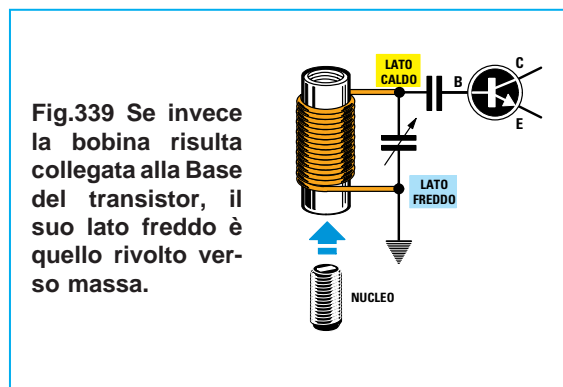



Fig.339 Se invece la bobina risulta collegata alla Base del transistor, il suo lato freddo è quello rivolto verso massa.

(**100-150-220 pF**), perchè lo stadio oscillatore potrebbe **spegnersi**.
Quindi prelevate sempre il segnale con una **bassa** capacità, ad esempio **18-22 pF** (vedi **C4**).

9° - Se la bobina di sintonia è **provvista** di un **nucleo ferromagnetico**, lo dovete sempre inserire nel suo **lato freddo**.
Se la bobina è collegata al **C**ollettore del transistor (vedi fig.338), ricordate che il suo **lato freddo** è quello rivolto verso il **positivo** di alimentazione, mentre se la bobina è collegata alla **B**ase del transistor (vedi fig.339), il suo **lato freddo** è quello rivolto verso la massa.
Se inserite il **nucleo ferromagnetico** nel **lato caldo**, la bobina riuscirà sempre ad accordarsi, ma in questo modo **aumenterà** la corrente di assorbimento e **non** il suo **rendimento**.

10° - Dovete sempre collegare un condensatore ceramico da **10.000** o **47.000 pF** al terminale della bobina rivolto verso il **positivo** di alimentazione e l'opposta estremità a **massa**. Questa estremità non deve essere collegata ad una **massa** qualsiasi del circuito stampato, ma possibilmente allo stesso **punto** di **massa** al quale sono collegati la resistenza e il condensatore di **E**mettitore (vedi fig.343).
Collegando questo condensatore ad una **massa qualsiasi**, il circuito potrebbe **non** oscillare oppure generare una infinità di **frequenze spurie**.

11° - Se utilizzate una bobina con un valore in **microhenry** pari alla **metà** del richiesto, riuscirete ugualmente a far **oscillare** il quarzo, ma sull'uscita dello stadio oscillatore otterrete una **frequenza** che sarà un **multiplo** o il **triplo** rispetto a quella stampigliata sul suo corpo.
Ad esempio, se avete un quarzo da **8,5 MHz** che richiede una bobina da **10 microhenry** ed utilizzate una bobina che ha un valore di **4,7 microhenry**, il quarzo oscillerà ugualmente, ma in uscita preleverete una frequenza di **17** o **25,5 MHz**.

DALLA TEORIA alla PRATICA

Per vedere come si comporta uno **stadio oscillatore** con un quarzo in **fondamentale** oppure con uno in **overtone**, la soluzione più semplice è quella di montarlo e farlo funzionare.

Lo schema che abbiamo scelto utilizza un **transistor** come **oscillatore**, seguito da un **fet** che funge da **stadio separatore** a **fet** (vedi fig.344).
Come appare evidenziato dallo schema elettrico, nella **B**ase del transistor **TR1** è possibile inserire, tramite il ponticello **J1**, uno dei **3 quarzi** inclusi nel kit.
I primi due quarzi sono in **fondamentale** e generano una frequenza di **8,867 MHz - 13,875 MHz**.
Il terzo quarzo è invece un **overtone** in **3° armonica**, la cui frequenza di lavoro può risultare compresa tra i **26 MHz** e i **27 MHz**.

Se nel kit troverete inserito un quarzo da **26,7 MHz**, riuscirete a farlo oscillare sui **26,7 MHz** ma anche sui **26,7 : 3 = 8,9 MHz**.
Se all'interno del kit troverete inserito un quarzo da **27 MHz**, riuscirete a farlo oscillare sia sui **27 MHz** che sui **27 : 3 = 9 MHz**.

Tramite il ponticello **J2** potete inserire nel **C**ollettore del transistor **TR1** una delle **3 bobine** racchiuse entro un piccolo contenitore plastico, che hanno i seguenti valori d'induttanza:

10 - 4,7 - 1,0 microhenry

CALCOLO valore dell'INDUTTANZA

Per calcolare il valore in **microhenry** della bobina da applicare sul **C**ollettore del transistor, potete usare questa formula:

microhenry = 25.300 : [(MHz x MHz) x pF]

MHz è la frequenza del **quarzo**

pF è il valore del **compensatore** da collegare in

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

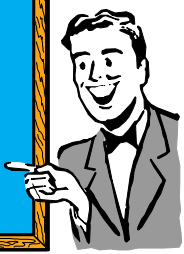



Fig.340 Per ricavare il valore in MHz della frequenza oppure i picofarad (pF) del condensatore o i microhenry (µH) della bobina, potete usare queste semplici formule.

parallelo alla bobina di sintonia
microhenry (µH) è il valore della bobina

Poichè nel kit sono contenuti tre **quarzi** che oscillano su queste frequenze:

8,867 MHz - 13,875 MHz - 26 o **27 MHz**.

per eseguire i calcoli potete eliminare nei primi due quarzi l'**ultimo** decimale perchè **non** è determinante, mentre nel caso dell'ultimo quarzo, che potrebbe risultare da **26** o da **27 MHz**, potete considerare la frequenza massima di **27 MHz**.

Consultando l'elenco componenti (vedi fig.344) scoprirete che il **compensatore C3** posto in parallelo alla **bobina**, ha una capacità che può essere variata tra **5-27 pF**: per eseguire il calcolo vi consigliamo pertanto di considerare la capacità **massima** e di sommare poi a questa le **capacità parassite** del circuito stampato e del transistor.

Poichè non potete conoscere queste **capacità parassite**, potete sommare **8 picofarad** anche perchè, se dovessero risultare di valore **inferiore**, il **compensatore** vi consentirà comunque di correggere tali differenze.
Quindi, sommando alla capacità del **compensatore** pari a **27 pF** gli **8 pF** delle **capacità parassite,** otterrete una **capacità totale** di **35 pF**.

Conoscendo questo dato potete calcolare il valore dell'**induttanza** da utilizzare per far oscillare questi quarzi da **8,86 - 13,87 - 27 MHz**:

quarzo da 8,86 MHz - capacità 35 pF

25.300 : (8,86 x 8,86 x 35) = 9,20 µH

quarzo da 13,87 MHz - capacità 35 pF

25.300 : (13,87 x 13,87 x 35) = 3,75 µH

quarzo da 27 MHz - capacità 35 pF

25.300 : (27 x 27 x 35) = 0,99 µH

In **teoria** si dovrebbero utilizzare questi tre valori d'induttanza **9,20 - 3,75 - 0,99 microhenry**, ma poichè questi non sono **standard**, nel kit abbiamo inserito **10 - 4,7 - 1 microhenry**.

CALCOLO FREQUENZA di ACCORDO

Per verificare se ruotando il **compensatore** dalla sua **minima** capacità di **5 pF** fino alla sua **massima** capacità di **27 pF** è possibile sintonizzarsi sulla frequenza del quarzo, potete usare questa formula:

MHz = 159 : $\sqrt{\text{pF totali x microhenry}}$

Avendo considerato **8 pF** di **capacità parassite**, il **compensatore** non partirà da **5 pF**, ma da un valore **minimo** di **5 + 8 = 13 pF**.

Quindi nei calcoli potete assumere come capacità **minima** il valore di **13 pF** e come capacità **massima** il valore di **35 pF**.

Per ricavare il valore della frequenza in **MHz**, dovete prima moltiplicare i **picofarad** per i **microhenry** e poi estrarre la **radice quadrata**, usando una comune calcolatrice tascabile che abbia la funzione $\sqrt{}$, dividendo poi **159** per il risultato della radice quadrata.

capacità 13 pF - induttanza 10 microhenry

159 : $\sqrt{13 \text{ x } 10}$ = 13,94 MHz

capacità 35 pF - induttanza 10 microhenry

159 : $\sqrt{35 \text{ x } 10}$ = 8,49 MHz

Zoom

Quindi con una induttanza da **10 microhenry** in via **teorica** potete sintonizzarvi da una frequenza di **8,4 MHz** fino ad una frequenza di **13,9 MHz**; pertanto questa induttanza risulterà idonea per il solo quarzo da **8,86 MHz**, perchè per il quarzo da **13,87 MHz** siamo quasi al limite.

capacità 13 pF - induttanza 4,7 microhenry
159 : $\sqrt{13 \times 4,7}$ = 20,34 MHz

capacità 35 pF - induttanza 4,7 microhenry
159 : $\sqrt{35 \times 4,7}$ = 12,39 MHz

Con una induttanza da **4,7 microhenry** potete sintonizzarvi in via **teorica** da una frequenza di **12,39 MHz** fino ad una frequenza di **20,34 MHz**, pertanto questa induttanza risulta idonea per il solo quarzo da **13,87 MHz**.

capacità 13 pF - induttanza 1 microhenry
159 : $\sqrt{13 \times 1}$ = 44,0 MHz

capacità 35 pF - induttanza 1 microhenry
159 : $\sqrt{35 \times 1}$ = 26,87 MHz

Con una induttanza da **1 microhenry** potete sintonizzarvi, sempre in via **teorica**, da una frequenza di **26,87 MHz** fino ad una frequenza di **44 MHz**, quindi questa induttanza risulta idonea per il soli quarzi da **26-27 MHz**.

CALCOLO valore della CAPACITÀ

Conoscendo il valore in **microhenry** della bobina e la **frequenza** del quarzo, potete calcolare il valore di **capacità** da collegare in parallelo alla bobina, utilizzando la formula:

pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x microhenry]

Quindi per potervi sintonizzare sugli **8,86 MHz** con una induttanza da **10 microhenry**, in via **teorica** sarebbe necessaria questa capacità:

25.300 : [(8,86 x 8,86) x 10] = 32,22 pF

Per potervi sintonizzare sui **13,87 MHz** con una induttanza da **4,7 microhenry**, in via **teorica** sarebbe necessaria questa capacità:

25.300 : [(13,87 x 13,87) x 4,7] = 27,98 pF

Per potervi sintonizzare sui **27 MHz** con una induttanza da **1 microhenry**, in via **teorica** sarebbe

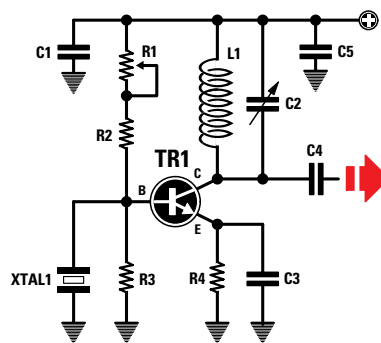



Fig.341 Tutti i componenti da collegare a Massa, vanno applicati il più vicino possibile alla Massa alla quale sono collegati la resistenza e il condensatore che alimentano l'Emettitore del transistor.

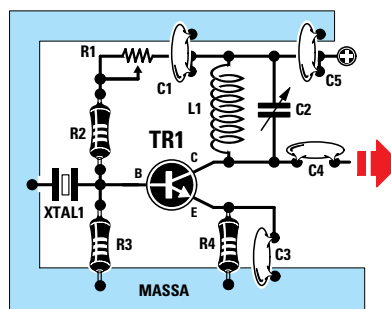



Fig.342 Se collegate i condensatori di fuga C1-C5 e anche il quarzo XTAL1 molto lontano dalla Massa alla quale sono collegati la resistenza R4 e il condensatore C3, il circuito potrebbe non oscillare.

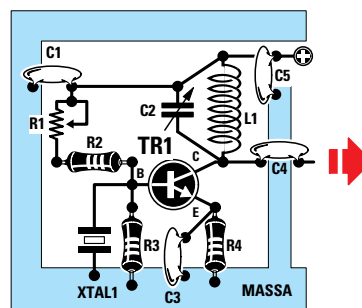



Fig.343 Come potete vedere in questo esempio, il condensatore C5 risulta collegato vicinissimo al lato freddo della bobina L1 e l'opposta estremità ad una pista di massa in prossimità di R4-C3.

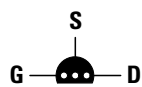
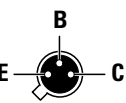
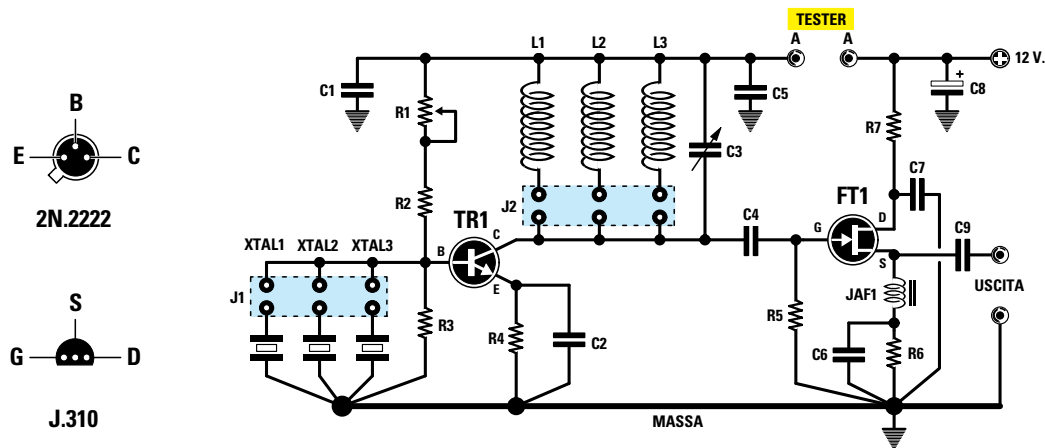



Fig.344 Schema elettrico dello stadio oscillatore che permette di vedere come si comporta un quarzo, inserendo nel Collettore del transistor tre diverse bobine. Le connessioni del transistor TR1 e del fet FT1 raffigurate sulla sinistra, sono viste da sotto.

ELENCO COMPONENTI LX.5038

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 47 pF ceramico
C3 = 5-27 pF compensatore
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 10.000 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 100 pF ceramico
JAF1 = impedenza di blocco
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
L1 = 10 microhenry
L2 = 4,7 microhenry
L3 = 1 microhenry
XTAL1 = quarzo 8,867 MHz
XTAL2 = quarzo 13,875 MHz
XTAL3 = quarzo 27,125 MHz
J1-J2 = ponticelli

Fig.345 Schema pratico di montaggio dello stadio oscillatore di fig.344. Quando inserite il transistor metallico TR1, dovete rivolgere la piccola sporgenza presente sul suo corpo verso il trimmer R1.
Potete alimentare questo circuito anche con una tensione di 9 volt.

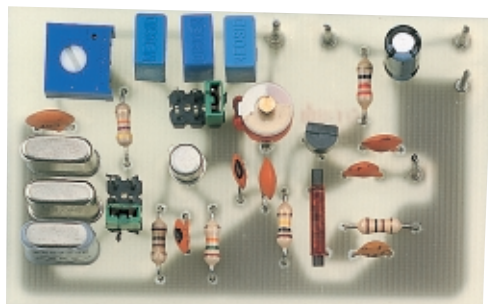
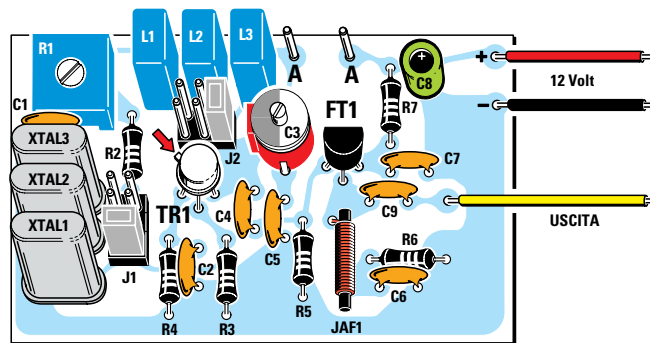



Fig.346 Foto di uno dei nostri montaggi utilizzato per il collaudo.
In questo esemplare mancano ancora il disegno serigrafico dei componenti e la lacca protettiva, che sono invece presenti sui circuiti stampati che vi forniremo assieme al kit.

necessaria questa capacità:

25.300 : [(27 x 27) x 1] = 34,7 pF

Facciamo presente che i **calcoli teorici** sono sempre molto approssimativi, **non** conoscendo il valore di tutte le **capacità parassite** presenti nel montaggio (circuito stampato, collegamenti, ecc.) e nemmeno quale **tolleranza** abbia il **compensatore** di accordo.

DOPO aver montato L'OSCILLATORE

Dopo aver montato sul circuito stampato **LX.5038** tutti i componenti disponendoli come visibile nello schema pratico di fig.345, dovete eseguire queste semplici operazioni:

1° - Ruotate a **metà corsa** il cursore del trimmer **R1** posto sulla **B**ase del transistor.

2° - Togliete lo spinotto dal connettore **J1**, perchè per tarare la **corrente** di assorbimento del transistor **non** dovrà risultare inserito nessun **quarzo**.

3° - Inserite lo spinotto di cortocircuito **J2** in uno dei tre connettori per collegare al **C**ollettore del transistor una **qualsiasi** delle tre bobine.

4° - Collegate un **tester**, commutato sulla portata **20-30 mA** fondo scala, ai due terminali capifilo indicati **A-A** (vedi fig.347).

5° - Applicate al circuito una tensione di **12 volt** e poi controllate sul **tester** quanta **corrente** assorbe il transistor. Poichè difficilmente assorbirà una corrente di **9-10 mA**, dovete ruotare il cursore del trimmer **R1** fino a fargli assorbire una corrente di circa **9-10 mA** (vedi fig.348).

6° - Ottenuta questa condizione, **scollegate** il tester dai terminali **A-A** e con un corto spezzone di filo **cortocircuitateli** (vedi fig.349), in modo da far giungere i **12 volt positivi** di alimentazione sul **C**ollettore del transistor.

7° - Collegate all'uscita del fet **FT1** la **sonda di carico LX.5037** (vedi fig.350) e a quest'ultima il vostro **tester** commutato sulla portata **10 volt CC** fondo scala.

Dopo aver eseguito queste semplici operazioni, cercate di far **oscillare** i tre quarzi e, a questo proposito, scoprirete che delle **bobine** che in via teorica **non** dovrebbero far oscillare un determinato **quarzo** perchè non hanno il richiesto valore d'**induttanza**, lo fanno **oscillare** ugualmente, e di questo vorrete sicuramente conoscere il motivo.

Bobina 10 microhenry Quarzo 8,867 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo da **8,867 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**; quando avrete trovato l'esatta capacità che fa oscillare il quarzo, lo noterete immediatamente perchè la tensione **RF** rilevata dalla **sonda di carico** fornirà una tensione continua di **2,2-2,9 volt**.

Bobina 10 microhenry Quarzo 13,875 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J2** in corrispondenza della bobina da **10 microhenry** e lo spinotto **J1** in corrispondenza del quarzo **13,875 MHz**.

Con un piccolo cacciavite ruotate il perno del compensatore **C3** e se il quarzo dovesse **oscillare** a causa della **tolleranza** del compensatore o della bobina, vedrete la lancetta del **tester**, collegato alla **sonda** di **carico**, indicare un valore di tensione. Se la lancetta del tester rimane immobile su **0 volt**, potete dedurne che il circuito non riesce ad accordarsi sui **13,875 MHz**.

Bobina 10 microhenry Quarzo 26-27 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **26-27 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**; anche se la bobina **non** ha un valore in **microhenry** idoneo per far **oscillare** un quarzo da **26-27 MHz**, troverete una posizione in cui il **tester**, collegato all'uscita della **sonda** di **carico**, rileverà una tensione di circa **2,9 volt** e ciò starà ad indicare che il quarzo **oscilla**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza dei **26-27 MHz**, ma sulla sua frequenza **fondamentale**, cioè sullo **spessore totale** delle tre piastrine (vedi fig.333); quindi questo quarzo, essendo un **overtone** in **3° armonica**, oscillerà sulla frequenza di **27 : 3 = 9 MHz**.
Infatti, dai calcoli eseguiti in precedenza sapete che una bobina da **10 microhenry** riesce a coprire, con un compensatore da **5-27 pF**, una gamma di frequenze comprese tra **8,49** e **13,94 MHz**.
È intuitivo che il segnale **RF** generato, non potrà essere di **27 MHz**.

Bobina 4,7 microhenry Quarzo 8,867 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo da **8,867 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**: anche se sapete che una bobina da **4,7 microhenry** riesce a coprire una gamma di frequenze da **12,39** a **20,34 MHz**, noterete che in questo caso il **tester** rileva una tensione di circa **2,9-3,2 volt** e ciò significa che questo

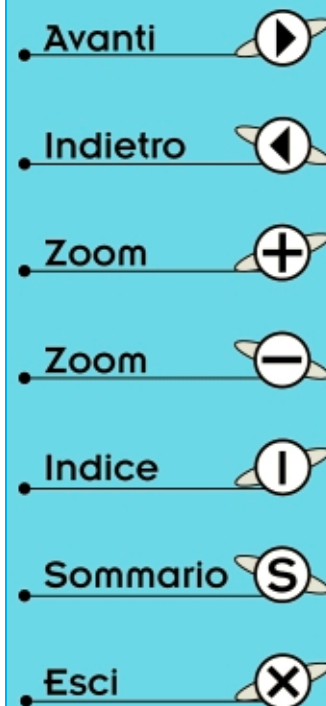



Fig.347 Dopo aver tolto lo spinotto femmina di cortocircuito dal connettore J1 ed inserito lo spinotto J2 in una delle tre bobine, collegate un tester ai due terminali A-A posti sulla portata 20-30 mA/CC.

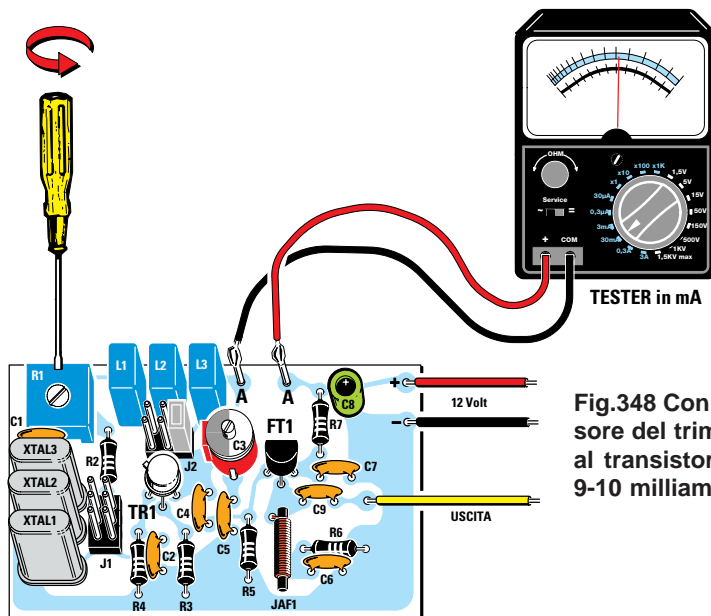
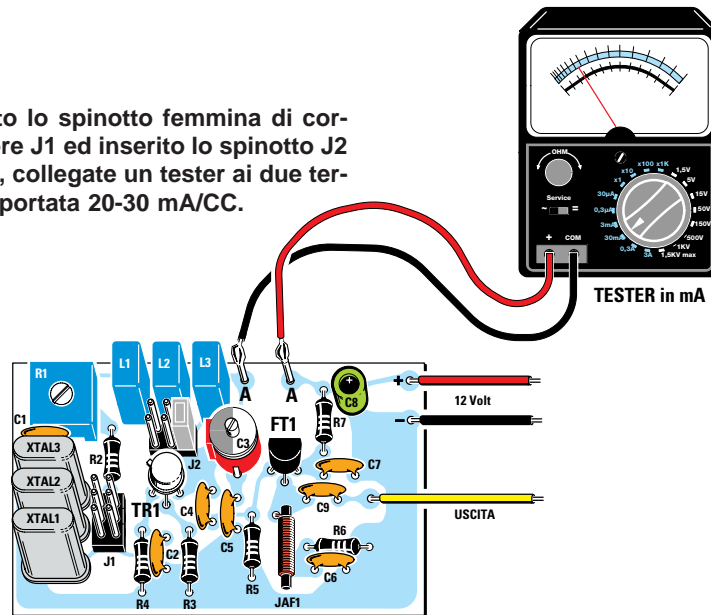



Fig.348 Con un cacciavite ruotate il cursore del trimmer R1 fino a far assorbire al transistor TR1 una corrente di circa 9-10 milliamper.

Fig.349 Dopo aver tarato il trimmer R1, cortocircuitate i due terminali A-A ed inserite lo spinotto femmina nel connettore J1 in corrispondenza del quarzo da 8,867 MHz e lo spinotto J2 in corrispondenza di una delle tre bobine (leggere testo).

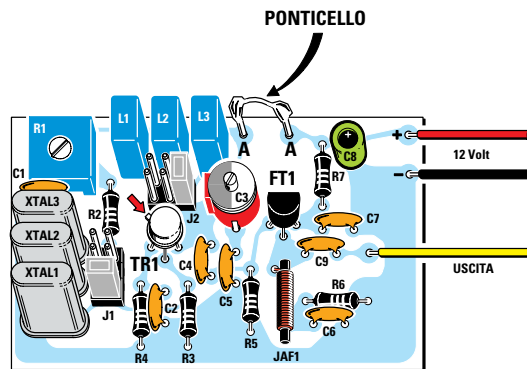
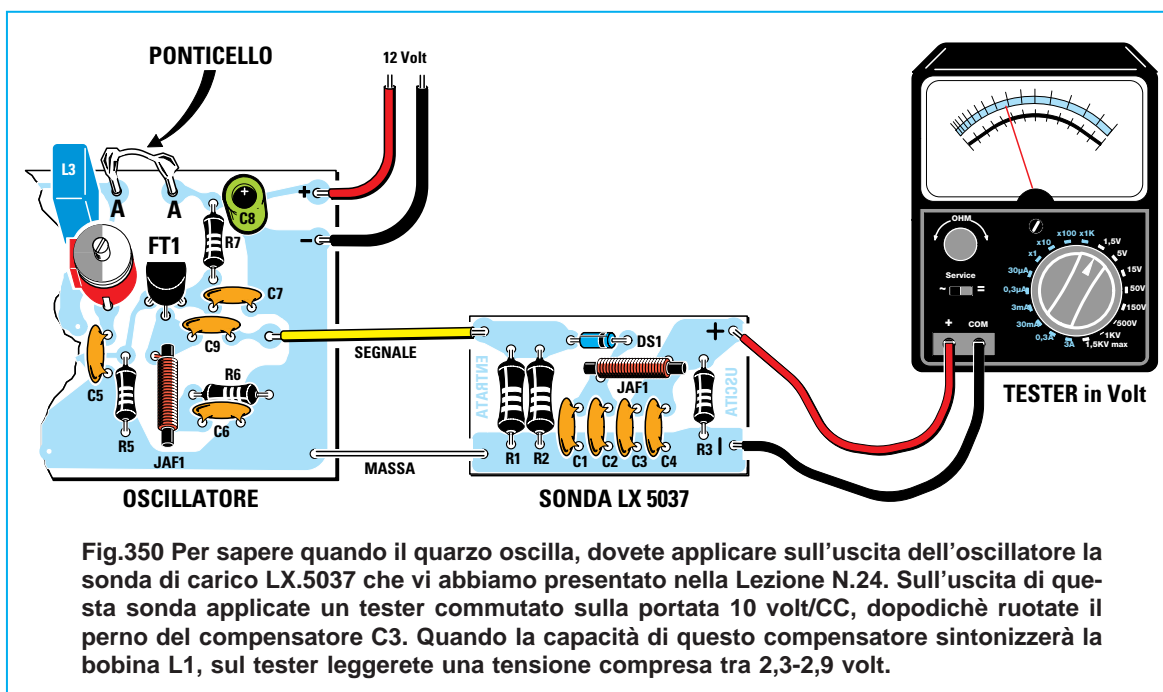



Fig.350 Per sapere quando il quarzo oscilla, dovete applicare sull'uscita dell'oscillatore la sonda di carico LX.5037 che vi abbiamo presentato nella Lezione N.24. Sull'uscita di questa sonda applicate un tester commutato sulla portata 10 volt/CC, dopodichè ruotate il perno del compensatore C3. Quando la capacità di questo compensatore sintonizzerà la bobina L1, sul tester leggerete una tensione compresa tra 2,3-2,9 volt.

quarzo riesce ad **oscillare**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza di **8,867 MHz**, ma su una frequenza **doppia**, più precisamente su:

8,867 x 2 = 17,734 MHz

Se aveste un **frequenzimetro digitale** da collegare all'uscita dello stadio oscillatore, questo indicherebbe una frequenza di **17,734 MHz**.

Bobina 4,7 microhenry   Quarzo 13,875 MHz

Ora inserite lo spinotto di cortocircuito **J2** in corrispondenza della bobina da **4,7 microhenry** e lo spinotto **J1** in corrispondenza del quarzo da **13,875 MHz** e con un piccolo cacciavite ruotate il perno del compensatore **C3**: quando troverete la giusta capacità che farà **oscillare** il quarzo, vedrete la lancetta del **tester**, collegato alla **sonda** di **carico**, indicare un valore di tensione di circa **2,6 volt**. Con questa induttanza otterrete una frequenza esattamente di **13,875 MHz**.

Bobina 4,7 microhenry   Quarzo 26-27 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **26-27 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**: anche se la bobina **non** ha un valore in **microhenry** idoneo per far **oscillare** un quarzo da **26-27 MHz**, troverete una posizione in cui il **tester**, collegato all'uscita della **sonda** di **carico**, rileverà una tensione di circa **2,6 volt** e ciò sta ad indicare che il quarzo **oscilla**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza dei **26-27 MHz**, ma sulla sua frequenza **fondamentale** di **9 MHz** moltiplicata per **2**, cioè sui **9 x 2 = 18 MHz**, perchè una bobina da **4,7 microhenry** riesce a coprire una gamma di frequenze da **12,39** a **20,34 MHz**.

Bobina 1 microhenry   Quarzo 8,867 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **8,867 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**: anche se sapete che una bobina da **1 microhenry** riesce a coprire una gamma di frequenze da **26,87** a **44 MHz**, ruotando il compensatore **C3** troverete una posizione in cui il **tester** rileverà una tensione di circa **2,6 volt** e ciò sta a significare che il quarzo **oscilla**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza di **8,867 MHz**, ma su una frequenza **tripla**, più precisamente su:

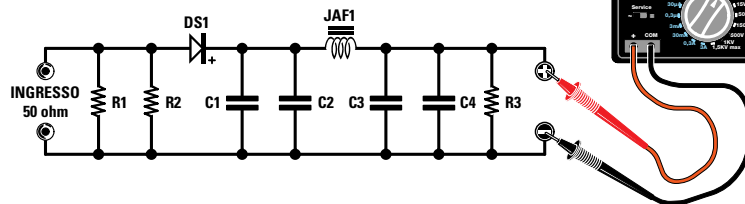
8,867 x 3 = 26,6 MHz

Se aveste un **frequenzimetro digitale** da collegare all'uscita dello stadio oscillatore, questo indicherebbe una frequenza di **26,6 MHz**.

Bobina 1 microhenry   Quarzo 26-27 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **26-27 MHz** e poi con un piccolo

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.351 Schema elettrico ed elenco componenti della sonda LX.5037. Poichè all'ingresso abbiamo collegato in parallelo due resistenze da 100 ohm, il valore R risulterà pari a 50 ohm. Questa sonda può misurare una potenza massima di 1 Watt.

ELENCO COMPONENTI LX.5037

R1 = 100 ohm 1/2 watt
R2 = 100 ohm 1/2 watt
R3 = 68.000 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5082
JAF1 = impedenza RF

cacciavite ruotate il perno del compensatore **C3**: quando troverete la giusta capacità che farà **oscillare** il quarzo, vedrete la lancetta del **tester**, collegato alla **sonda** di **carico**, indicare un valore di tensione di circa **2,2 volt**.
Con questo valore d'induttanza il quarzo oscillerà sulla sua esatta frequenza di **26-27 MHz**.

Eseguendo questi **test** apprenderete che è possibile far oscillare un quarzo anche utilizzando delle bobine che hanno un valore in **microhenry** notevolmente **minore** del richiesto: in questi casi si ottengono però delle **frequenze** che sono sempre dei **multipli** rispetto al valore stampigliato sull'involucro del quarzo.

Quindi per conoscere il valore in **microhenry** della bobina da inserire in uno stadio oscillatore a **quarzo**, vi consigliamo di usare la formula:

microhenry = 25.300 : (MHz x MHz x pF)

Il valore in **MHz** da inserire nella formula è quello del **quarzo** e il valore in **pF** è la capacità **massima** del compensatore collegato in **parallelo** alla bobina, alla quale vanno sommati circa **7-8 pF** di **capacità parassita**.

Il valore in **microhenry** che otterrete da questo calcolo può essere tranquillamente arrotondato, quindi, ammesso che esso sia di **8,37** o **9,50 microhenry**, potrete utilizzare una bobina da **8** o **10 microhenry**.

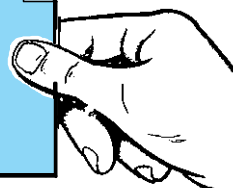
Se dal calcolo ricavate un valore di **3,90** o **5 microhenry**, potete tranquillamente utilizzare una bobina da **4,7 microhenry** e se ottenete un valore di **1,1 microhenry** il quarzo oscillerà ugualmente anche con **0,8** o **1,3 microhenry**.

ORA controlliamo la POTENZA

Dopo aver fatto oscillare il **quarzo**, potete controllare quale **potenza** eroga lo stadio oscillatore applicando sulla sua uscita la **sonda** di **carico LX.5037** presentata nella **Lezione 24**.

Ruotando il perno del **compensatore C3** sapete già che quando il quarzo **oscilla**, il tester rileva una tensione che può variare, in funzione della **bobina** prescelta e del **beta** del transistor, su valori compresi tra **1,7** e **2,9 volt**.

Maggiore è la tensione che fuoriesce dalla **sonda** di **carico** maggiore risulta la **potenza** del segnale

Fig.352 Per conoscere la potenza in Watt potete usare questa formula. Sapendo che il valore di R è pari a 50 ohm e che sommando 50+50 si ottiene 100 ohm, questa formula può essere semplificata come segue: watt = (volt x volt) : 100.

RF erogata dal transistor e per conoscerla potete usare questa formula:

watt = [(volt x volt) : (R + R)]

volt = è il valore della tensione che leggerete sul **tester** collegato alla **sonda** di carico.
R = è il valore **ohmico** della resistenza applicata sull'ingresso della **sonda** di carico.
Poichè le due resistenze **R1-R2** applicate in parallelo sull'ingresso della sonda di carico sono da **100 ohm**, otterrete un valore di **50 ohm**.
Facendo la somma **50+50** otterrete **100 ohm**, pertanto la formula riportata in fig.352 può essere semplificata come segue:

watt = (volt x volt) : 100

Se sull'uscita della sonda è presente una tensione di **1,7 volt**, la potenza erogata dallo stadio oscillatore risulta di:

(1,7 x 1,7) : 100 = 0,0289 watt

Se sull'uscita della sonda è presente una tensione di **2,6 volt**, la potenza erogata dallo stadio oscillatore risulta di:

(2,6 x 2,6) : 100 = 0,0676 watt

Per convertire queste potenze in **milliwatt** è necessario moltiplicarle per **1.000**:

0,0289 x 1.000 = 28,9 milliwatt

0,0676 x 1.000 = 67,6 milliwatt

La **potenza** calcolata risulta in pratica leggermente **maggiore**, perchè bisogna tenere presente che il **diodo** raddrizzatore inserito nella **sonda** di carico provoca una caduta di tensione di circa **0,6 volt**.
Pertanto, se il **tester** rileva **1,7 volt**, la reale tensione fornita dal transistor risulta di **1,7 + 0,6 = 2,3 volt** e con questa tensione la potenza è pari a:

(2,3 x 2,3) : 100 = 0,0529 watt

Se il **tester** rileva **2,6 volt** e a questa tensione viene sommata la **caduta** del diodo pari a **0,6 volt**, si ottiene **2,6 + 0,6 = 3,2 volt**, quindi la reale potenza erogata dal transistor risulta di:

(3,2 x 3,2) : 100 = 0,1024 watt

Più alto è il **guadagno** del transistor maggiore è la tensione prelevata sull'uscita della **sonda** di carico.

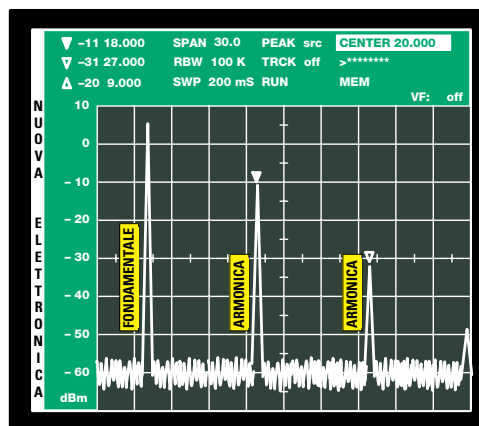



Fig.353 Vogliamo far presente che la sonda di carico, come tutti i Wattmetri RF, è bugiarda perchè misura la potenza delle frequenza fondamentale, ma a questa somma anche la potenza di tutte le armoniche. Se all'uscita dell'oscillatore venisse collegato un Analizzatore di Spettro, vedremmo tutte le armoniche che ovviamente la sonda di carico misurerà.

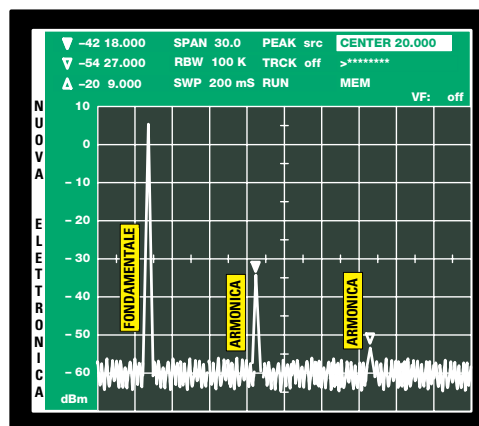



Fig.354 Se con dei filtri Passa/Basso RF attenuassimo l'ampiezza di tutte le frequenze armoniche, la sonda di carico misurerebbe una tensione minore. Vedendo scendere la tensione, molti potrebbero supporre che la potenza d'uscita diminuisca, mentre come potete osservare in questa figura, l'ampiezza della Fondamentale rimane invariata sul suo valore MAX.

LA SONDA di CARICO È "BUGIARDA"

Vogliamo far presente che tutte le **sonde** di **carico** e anche i **Wattmetri** per **RF** sono "**bugiardi**", perchè alla tensione generata dalla frequenza **fondamentale sommano** anche le tensioni prodotte dalle frequenze **armoniche**, che sono sempre presenti sull'uscita di uno stadio oscillatore.
Le **armoniche** sono frequenze pari al **doppio**-**triplo**-**quadruplo** della frequenza **fondamentale**.

Quindi sull'uscita di uno stadio oscillatore che utilizza un quarzo da **9 MHz** (vedi fig.353) saranno presenti anche le frequenze **armoniche** di:

9+9 = 18 MHz
9+9+9 = 27 MHz
9+9+9+9 = 36 MHz

Anche se le **armoniche** forniscono una tensione notevolmente **minore** rispetto alla frequenza di **9 MHz**, il **diodo** della sonda le raddrizzerà.

Ammettendo che la **tensione** erogata dalla frequenza **fondamentale** e dalle **armoniche** sia di:

9 MHz tensione **1,6 volt**
18 MHz tensione **0,9 volt**
27 MHz tensione **0,5 volt**
36 MHz tensione **0,3 volt**
totale = 3,30 volt

la sonda di carico fornirà in uscita una tensione **totale** di **3,3 volt** e se a questa viene sommata la caduta del diodo pari a **0,6 volt**, si otterrà una tensione di **3,9 volt** corrispondente ad una potenza teorica di:

(3,9 x 3,9) : 100 = 0,152 watt

In pratica, la frequenza fondamentale di **9 MHz** eroga in uscita una tensione di **1,6 + 0,6 = 2,2 volt** che corrisponde ad una potenza di:

(2,2 x 2,2) : 100 = 0,048 watt

Se la **tensione** erogata dalla frequenze **armoniche** risulta minore rispetto all'esempio precedente, e cioè di:

9 MHz tensione **1,6 volt**
18 MHz tensione **0,4 volt**
27 MHz tensione **0,2 volt**
36 MHz tensione **0,1 volt**
totale = 2,3 volt

la sonda di carico fornisce in uscita una tensione **totale** di **2,3 volt**: se a questa viene sommata la caduta del diodo pari a **0,6 volt**, si ottiene una tensione pari a **2,9 volt** corrispondente ad una potenza di:

(2,9 x 2,9) : 100 = 0,0841 watt

Poichè la frequenza di **9 MHz** eroga in uscita sempre una tensione di **1,6 + 0,6 = 2,2 volt**, la sua potenza non varia:

(2,2 x 2,2) : 100 = 0,0484 watt

Quindi tenete presente che la **sonda** di **carico** fornisce in uscita una **tensione totale**, cioè quella della **fondamentale** più quella delle **armoniche**.

Quando parleremo degli amplificatori finali di **potenza** vi insegneremo ad eliminare tutte queste **frequenze armoniche**, che all'atto pratico producono più svantaggi che vantaggi.

Per completare questo articolo, vi proponiamo 6 diversi schemi di oscillatori, che potrete montare cablandoli con del comune filo in rame.

Nei rispettivi elenchi dei componenti **non** troverete il valore in **microhenry** della **bobina**, che dovrete calcolare, così come vi abbiamo spiegato, in funzione della frequenza del **quarzo**.

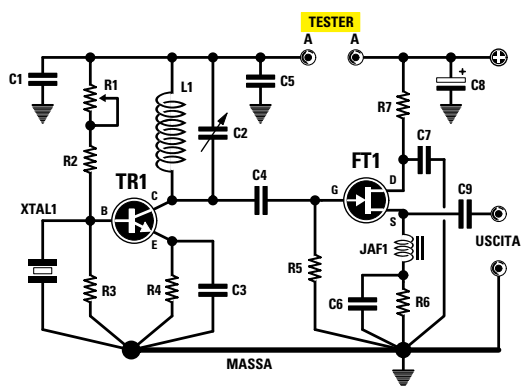
COSTO DI REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare lo stadio oscillatore **LX.5038**, compresi circuito stampato, transistor, fet, 3 quarzi, 3 bobine, compensatore, trimmer, ecc. (vedi fig.345)
Lire 24.500 Euro 12,65

Costo del solo circuito stampato **LX.5038**
Lire 2.800 Euro 1,45

Costo della sonda di carico **LX.5037** che vi abbiamo presentatore nella **Lezione N.24**
Lire 3.800 Euro 1,96

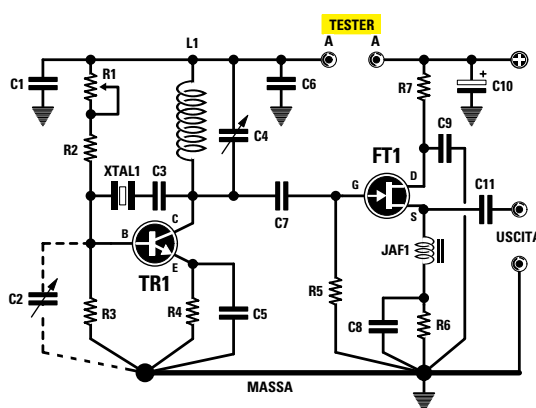
Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

OSCILLATORE (Fig.355)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 5-27 pF compensatore
C3 = 1.000 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 10.000 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

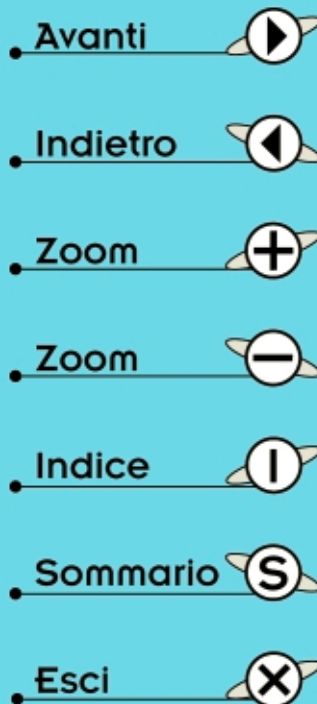
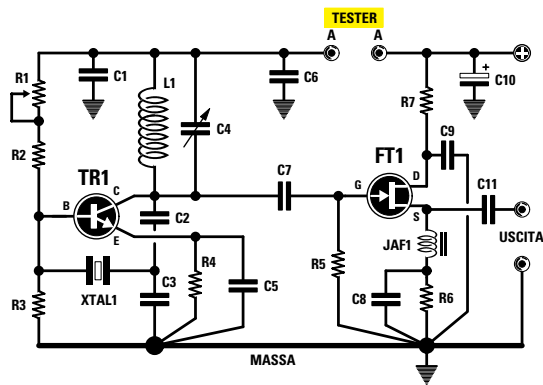
Questo stadio oscillatore che utilizza un **transistor NPN** e un **fet**, può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo sia **fondamentale** che **overtone** purchè sia di **3° armonica**.
Il valore della **bobina L1** in **microhenry** deve essere calcolato in funzione della frequenza del **quarzo** utilizzato.

Prima di inserire il quarzo, dovete ruotare il trimmer **R1** in modo da far assorbire al transistor una **corrente** di circa **9-10 mA** senza il quarzo inserito.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **2,8 volt**.

OSCILLATORE (Fig.356)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 10-60 pF compensatore
C3 = 47 pF ceramico
C4 = 5-27 pF compensatore
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 22 pF ceramico
C8 = 1.000 pF ceramico
C9 = 10.000 pF ceramico
C10 = 10 microF. elettrolitico
C11 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

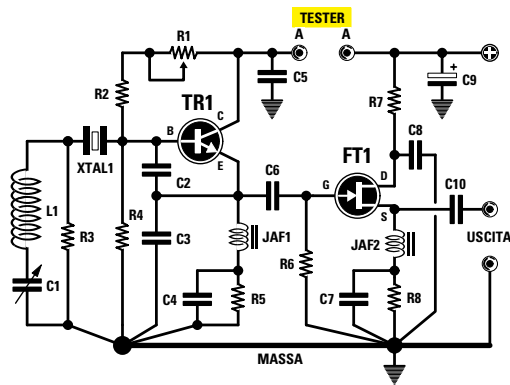
Questo stadio oscillatore che utilizza sempre un **transistor NPN** e un **fet**, può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo sia **fondamentale** che **overtone** in **3 - 5° armonica**.
Per far oscillare i quarzi in **overtone** in **3°-5° armonica** sarebbe consigliabile applicare in parallelo alla resistenza **R3** un compensatore da **10-60 pF**.

Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di circa **2,2 volt** per i quarzi in **fondamentale**, una tensione di circa **1,9 volt** per i quarzi **overtone** in **3° armonica** e **1,2 volt** per quelli in **5°** armonica.

OSCILLATORE (Fig.357)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 47 pF ceramico
C3 = 47 pF ceramico
C4 = 5-27 pF compensatore
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 22 pF ceramico
C8 = 1.000 pF ceramico
C9 = 10.000 pF ceramico
C10 = 10 microF. elettrolitico
C11 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Anche questo stadio oscillatore che utilizza un **transistor NPN** e un **fet**, può essere usato per fare oscillare qualsiasi quarzo **fondamentale** oppure **overtone** purchè di **3° armonica**.

Come già saprete, il valore della **bobina L1** in **microhenry** deve essere calcolato in funzione della frequenza del **quarzo**.
Prima di inserire il quarzo dovete ruotare il trimmer **R1** in modo da far assorbire al transistor una **corrente** di circa **9-10 mA** senza il quarzo inserito.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **2,2 volt**.

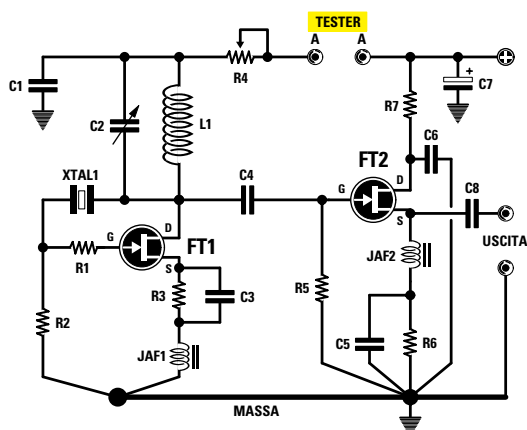
OSCILLATORE (Fig.358)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 4.700 ohm
R4 = 15.000 ohm
R5 = 100 ohm
R6 = 100.000 ohm
R7 = 22 ohm
R8 = 100 ohm
C1 = 5-27 pF compensatore
C2 = 33 pF ceramico
C3 = 100 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
C5 = 10.000 pF ceramico
C6 = 22 pF ceramico
C7 = 1.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 10 microF. elettrolitico
C10 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1-JAF2 = impedenze RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Questo oscillatore, che utilizza sempre un **transistor NPN** ed un **fet**, serve **soltanto** per far oscillare i quarzi in **3°-5°-7° armonica**, ma **non** quelli che oscillano in **fondamentale**.

Anche in questo oscillatore, il trimmer **R1** va tarato in modo da far assorbire al transistor **TR1** una corrente di **9-10 mA**, senza quarzo inserito.

Nel caso dei quarzi overtone oltre i **70 MHz**, dovete utilizzare per **C3** un valore di **56-47 pF**.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **1,2 volt**.

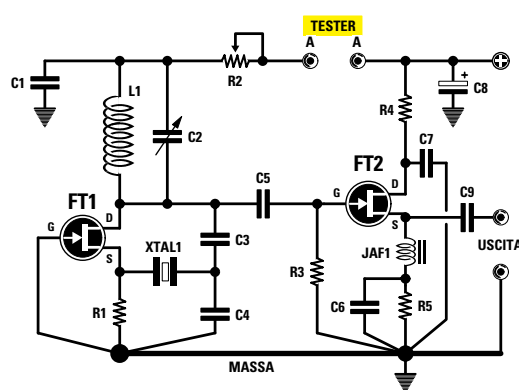
OSCILLATORE (Fig.359)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 1.000 ohm trimmer
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 5-27 pF compensatore
C3 = 220 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 10 microF. elettrolitico
C8 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
JAF2 = impedenza RF
FT1 = fet tipo J.310
FT2 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

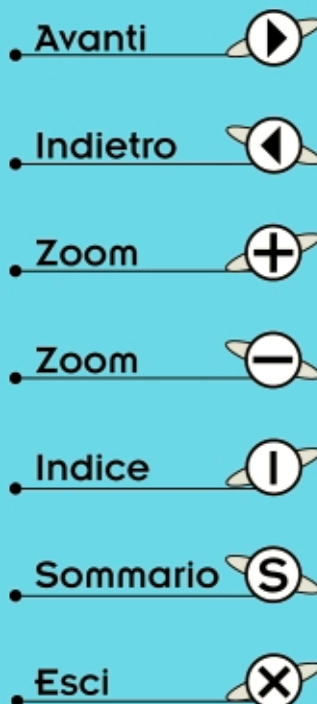
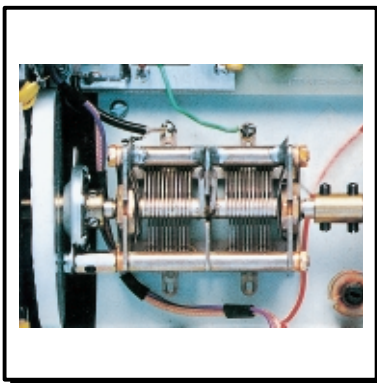
Questo stadio oscillatore, a differenza dei precedenti, utilizza **2 fet** e può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo in **fondamentale**.

Per fare oscillare dei quarzi in **overtone** con questo circuito, è necessario ridurre la capacità del condensatore **C3**, portandola dagli attuali **220 pF** a **100-82-56 pF**.
Il trimmer **R4** da **1.000 ohm** va tarato in modo da far assorbire al fet **FT1** una corrente di circa **5 mA** senza il quarzo inserito.

Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **1,5 volt**.

OSCILLATORE (Fig.360)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 220 ohm
R2 = 1.000 ohm trimmer
R3 = 100.000 ohm
R4 = 22 ohm
R5 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 5-27 pF compensatore
C3 = 22 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
FT1 = fet tipo J.310
FT2 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Questo stadio oscillatore che utilizza **2 fet** può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo sulla sua frequenza **fondamentale**, ma anche per far oscillare quarzi **overtone** in **3°-5° armonica**.
Per far oscillare i quarzi **overtone** in **5° armonica**, consigliamo di sostituire i condensatori **C3-C4** da **22 picofarad** con altri da **18-15 picofarad**.
Il trimmer **R2** da **1.000 ohm** va tarato in modo da far assorbire al fet **FT1** una corrente di circa **5 mA** senza il quarzo inserito.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **1,5 volt**.

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

Quando negli **anni Trenta** apparvero i primi ricevitori **supereterodina**, che provvedevano a convertire i segnali captati in una **frequenza fissa**, tutti affermarono che questo rivoluzionario circuito avrebbe incontrato un notevole successo perchè, rispetto ai più semplici ricevitori ad amplificazione **diretta**, risultava molto più **sensibile** e **selettivo**.

Anche se sono passati **70 anni**, questo circuito a **conversione** di **frequenza** viene tuttora utilizzato per realizzare ricevitori AM - FM, telefoni cellulari e televisori.

Ciò che è cambiato nelle **moderne** supereterodine, rispetto a quelle degli anni '**30**, sono soltanto i componenti attivi, infatti le mastodontiche **valvole termoioniche** sono state sostituite tutte da minuscoli **transistor**, **fet** o **mosfet**, ma il principio di funzionamento è rimasto invariato.

In questa Lezione vi spiegheremo appunto il principio di funzionamento di un ricevitore **supereterodina** e cercheremo di farlo in modo semplice, affinchè tutti possano comprenderlo.

Dalla teoria passeremo poi alla **pratica**, quindi vi presenteremo il progetto di un semplice ricevitore per **Onde Medie** che, una volta montato, vi permetterà di captare, di giorno, le sole emittenti locali e, di notte, diverse emittenti straniere.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

IL PRINCIPIO di funzionamento dei ricevitori SUPERETERODINA

Nella **11° Lezione** vi abbiamo proposto un semplice ricevitore per **Onde Medie** realizzato con due **fet** ed un **integrato** come stadio finale.

Negli anni **Trenta**, per acquistare un semplice ricevitore radio che utilizzava le **valvole termoioniche**, non esistendo ancora a quei tempi **transistor** e **fet**, bisognava spendere **500 lire** circa, ma poichè lo stipendio medio di un **impiegato** si aggirava intorno alle **95 lire** al **mese** e quello di un **operaio** alle **40 lire** al **mese**, questi ricevitori erano considerati oggetti di **lusso**, che solo pochi benestanti potevano permettersi.

Fino a quando le **emittenti** radiofoniche si contavano sulle dita di una mano, questi ricevitori garantivano una buona ricezione, ma, mano a mano che le emittenti aumentavano di **numero** e di **potenza**, ci si rendeva sempre più conto dei loro limiti: infatti, a causa della loro **scarsa selettività**, oltre alla emittente sintonizzata, tali ricevitori captavano anche la musica o il parlato di altre emittenti adiacenti, accompagnati da fastidiosi **fischi**.

Questi **fischi** si producevano quando due frequenze adiacenti, **miscelandosi**, generavano una **terza** frequenza che rientrava nella banda **audio**.

In pratica, se il ricevitore veniva sintonizzato su una emittente che trasmetteva sui **1.200 KHz** e vicino a questa vi era una seconda emittente che trasmetteva sui **1.210 KHz**, queste due frequenze, en-

Fig.361 Uno dei primissimi manifesti pubblicitari degli anni Venti che reclamizzava i ricevitori radio. Il testo in tedesco dice: "Quale apparecchio radio scelgo ?"

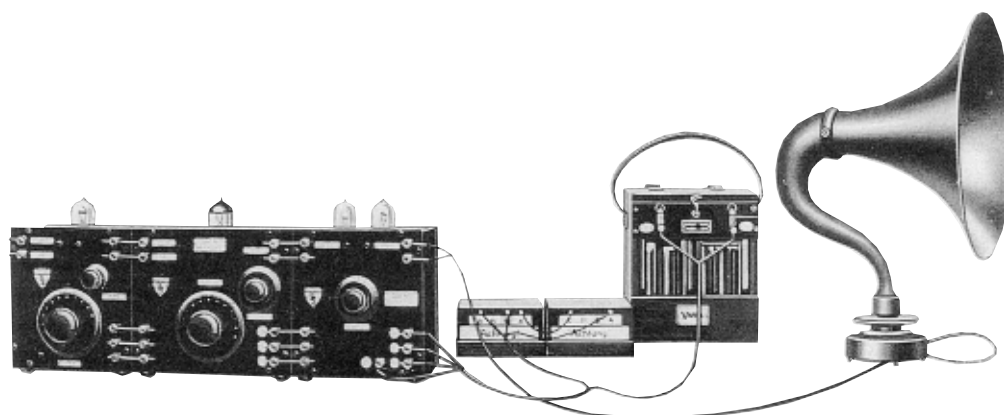



Fig.362 Nei primissimi ricevitori radio, che non erano ancora delle supereterodine, occorrevano molte manopole per sintonizzare tutti gli stadi amplificatori di alta frequenza. Poichè ancora non esistevano i transistor, si ricorreva a due grosse pile da 6 volt e 90 volt per alimentare i filamenti e gli anodi delle valvole termoioniche.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

trando contemporaneamente nel ricevitore stesso, generavano **due frequenze** supplementari.

Una, pari alla **somma** delle due frequenze:

1.200 + 1.210 = 2.410 KHz

ed una, pari alla **differenza** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**:

1.210 - 1.200 = 10 KHz

Poichè la frequenza dei **10 KHz**, ottenuta da questa **sottrazione**, rientrava nella gamma **audio**, si ascoltava un **fischio acuto**.

Se il ricevitore veniva sintonizzato su una emittente che trasmetteva sui **755 KHz** e vicino a questa vi era un'altra emittente che trasmetteva sui **763 KHz**, queste due frequenze, entrando contemporaneamente nel ricevitore, generavano **due frequenze** supplementari.

Una, pari alla **somma** delle due frequenze:

755 + 763 = 1.518 KHz

Una pari alla **differenza** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**:

763 – 755 = 8 KHz

Poichè la frequenza degli **8 KHz** ottenuta da questa **sottrazione** rientrava nella gamma **audio**, si ascoltava un **fischio acuto**.

Per eliminare questi **fischi**, generati dalla **miscelazione** di due frequenze adiacenti, alcuni sperimentatori progettarono dei ricevitori **più selettivi**, brevettandoli con i nomi più fantasiosi:

Endodina - Ultradina - Tropadina - Eterodina

In tutti questi ricevitori, il segnale **captato** veniva **miscelato** con un segnale di **alta frequenza** generato da un **oscillatore interno**, in modo da ottenere dalla **sottrazione** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**, una **terza** frequenza che **non** rientrava nella **gamma** delle frequenze **audio**.

Da tutti questi ricevitori ne nacque uno, tecnicamente perfezionato, che venne battezzato con il nome di **supereterodina**.
Nella supereterodina vi era un doppio condensatore variabile. Una sezione veniva utilizzata per sintonizzare l'emittente e l'altra per variare la frequenza generata da un oscillatore **RF**.

Fig.363 Nel 1924 si pensò di abbellire questi ricevitori racchiudendoli entro dei mobili in legno. Come altoparlante si utilizzava una tromba, quindi la fedeltà sonora risultava ancora molto scadente.

Fig.364 Negli anni 1928-1930 apparvero i primi ricevitori supereterodina. Il mobile, sempre in legno, venne reso più elegante e la tromba venne sostituita da un altoparlante per migliorare la qualità sonora.

COME funziona una SUPERETERODINA

Ora cercheremo di spiegarvi come in un ricevitore **supereterodina** si riesca a **convertire** una qualsiasi frequenza in una **terza**, che **non** rientri nella gamma delle frequenze **audio**.

Se realizziamo uno stadio **amplificatore RF** come quello riportato in fig.365, sappiamo che sul **C**ollettore del transistor otteniamo la stessa **frequenza** sintonizzata dalla bobina **L1** e dal condensatore variabile **C1**.

Se, ruotando il condensatore variabile **C1**, ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **630 KHz**, sul **C**ollettore del transistor otteniamo questi **630 KHz** amplificati.

Se, ruotando il condensatore variabile **C1**, ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **1.200 KHz**, sul **C**ollettore del transistor otteniamo **1.200 KHz** amplificati.

Quindi, se ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **1.480 KHz**, sul **C**ollettore del transistor ci ritroviamo **1.480 KHz** amplificati.

Pertanto, se considerassimo questi **KHz** dei **pesi** in grammi, collocandoli su una **bilancia** leggeremmo **630-1.200-1.480 grammi** (vedi fig.368).

Se sull'**E**mettitore del transistor dello stadio amplificatore di fig.366 applichiamo un segnale prelevato da un **Generatore RF** esterno, sul suo **C**ollettore ci ritroviamo ben **quattro** frequenze:

F1 = frequenza che abbiamo sintonizzato con la bobina **L1** e il condensatore variabile **C1**.

F2 = frequenza del **Generatore RF** che abbiamo applicato sull'**E**mettitore del transistor.

F3 = frequenza pari alla **somma** di **F1+F2**.

F4 = frequenza ottenuta **sottraendo** alla frequenza **maggiore** quella **minore**.

Quindi, se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **630 KHz** e sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.085 KHz**, sul suo **C**ollettore otteniamo queste quattro frequenze:

F1 = 630 KHz
F2 = 1.085 KHz
F3 = 1.715 KHz (630 + 1.085)
F4 = 455 KHz (1.085 – 630)

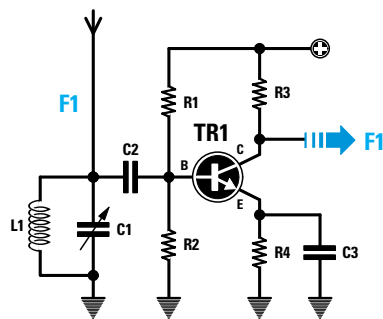



Fig.365 Sul Collettore del transistor di un comune stadio preamplificatore RF, è presente la medesima frequenza sintonizzata per mezzo di L1 - C1.

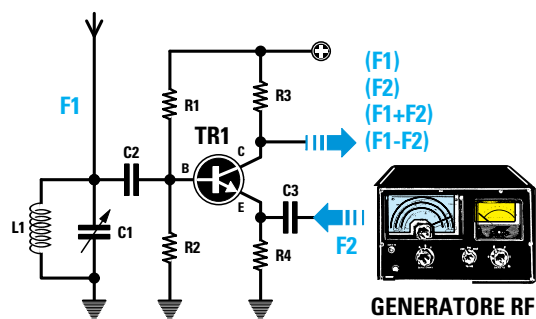



Fig.366 Applicando sull'Emettitore del transistor un segnale prelevato da un Generatore RF, sul suo Collettore saranno presenti ben quattro diverse frequenze.

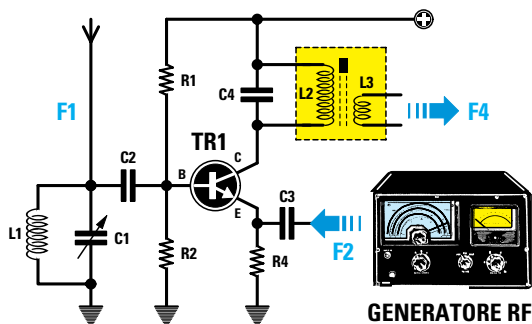



Fig.367 Applicando sul Collettore del transistor un circuito sintonizzato sui 455 KHz (vedi L2-C4), si preleverà la sola frequenza F4 e non le altre F1-F2-F3.

Se applichiamo sul **C**ollettore del transistor un circuito di sintonia (vedi **L2-C4**) sintonizzato sui **455 KHz** (vedi fig.367), preleviamo la sola **F4** e non le frequenze **F1-F2-F3**.

Se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **1.200 KHz** e sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.655 KHz**, sul suo **C**ollettore otteniamo queste quattro frequenze:

F1 = 1.200 KHz
F2 = 1.655 KHz
F3 = 2.855 KHz (1.200 + 1.655)
F4 = 455 KHz (1.655 – 1.200)

Poichè sul **C**ollettore del transistor è presente un circuito accordato sui **455 KHz** (vedi **L2-C4**), preleveremo la sola frequenze **F4** pari a **455 KHz** e non le frequenze **F1-F2-F3**.

Se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **1.480 KHz** e sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.935 KHz**, sul suo **C**ollettore ci troviamo queste quattro frequenze:

F1 = 1.480 KHz
F2 = 1.935 KHz
F3 = 3.415 KHz (1.480 + 1.935)
F4 = 455 KHz (1.935 – 1.480)

Anche in questo caso dal **C**ollettore del transistor preleviamo la sola **F4** dei **455 KHz**, perchè **C4** e **L2** sono accordati su tale frequenza.
Come vi abbiamo dimostrato, **qualsiasi** frequenza sintonizziamo con **L1-C1**, riusciamo a **convertirla** in una **frequenza fissa** di **455 KHz**, a patto che sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza (**F2**) che risulti di **455 KHz** maggiore rispetto alla **F1**.

L'esempio della bilancia, per quanto elementare, serve a chiarire meglio questo concetto: infatti, pur applicando sui suoi due piatti **pesi diversi**, si ottiene sempre lo **stesso peso totale**.

Se su uno dei due piatti poniamo un peso di **630**

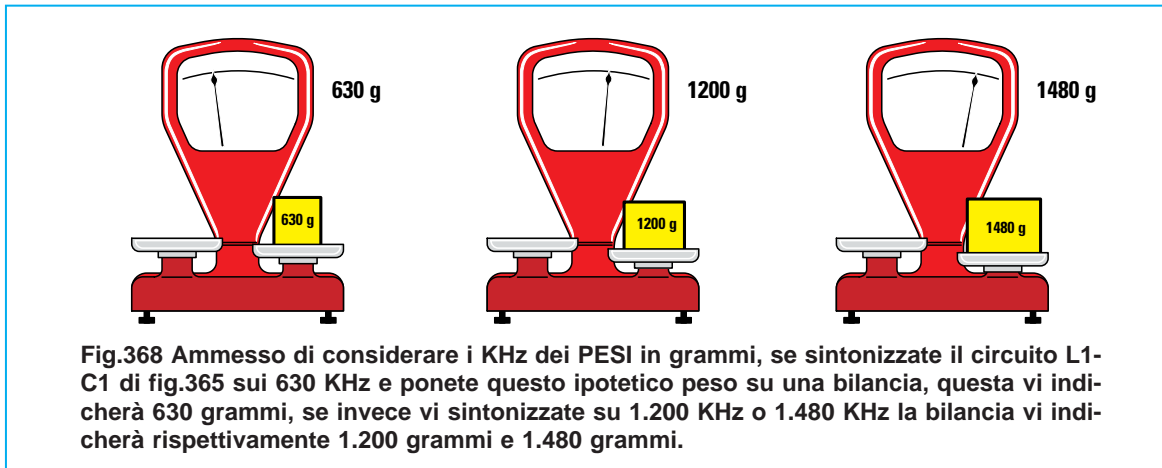



Fig.368 Ammesso di considerare i KHz dei PESI in grammi, se sintonizzate il circuito L1-C1 di fig.365 sui 630 KHz e ponete questo ipotetico peso su una bilancia, questa vi indicherà 630 grammi, se invece vi sintonizzate su 1.200 KHz o 1.480 KHz la bilancia vi indicherà rispettivamente 1.200 grammi e 1.480 grammi.

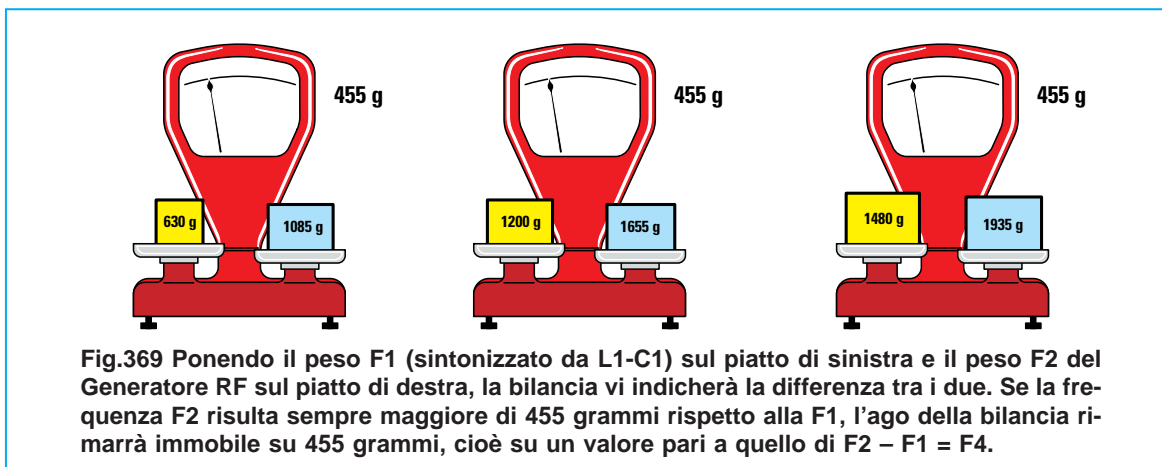



Fig.369 Ponendo il peso F1 (sintonizzato da L1-C1) sul piatto di sinistra e il peso F2 del Generatore RF sul piatto di destra, la bilancia vi indicherà la differenza tra i due. Se la frequenza F2 risulta sempre maggiore di 455 grammi rispetto alla F1, l'ago della bilancia rimarrà immobile su 455 grammi, cioè su un valore pari a quello di F2 – F1 = F4.

grammi e sull’altro un peso di **1.085 grammi**, la bilancia indicherà un peso di:

1.085 – 630 = 455 grammi (vedi fig.369)

Se su un piatto poniamo un peso di **1.200 grammi** e sull’altro piatto un peso di **1.655 grammi**, leggeremo nuovamente:

1.655 – 1.200 = 455 grammi (vedi fig.369)

Se poniamo un peso di **1.480 grammi**, per ottenere sempre un peso di **455 grammi**, sul secondo piatto dovremo applicare un peso di **1.935 grammi** ed infatti:

1.935 – 1.480 = 455 grammi (vedi fig.369)

Convertendo tutte le frequenze captate in una frequenza **fissa** di **455 KHz**, risultava più semplice realizzare degli stadi amplificatori di **Media Frequenza** molto **selettivi**.

L’OSCILLATORE in una SUPERETERODINA

All’interno di un ricevitore **supereterodina** progettato per captare le frequenze delle **Onde Medie** da **500 KHz** a **1.600 KHz**, troviamo uno stadio **oscillatore RF**, in grado di generare una frequenza **maggiore** di **455 KHz** rispetto alla frequenza sintonizzata da **L1-C1**.

Quindi per captare una emittente che trasmette sui **560 KHz**, dobbiamo sintonizzare il suo **oscillatore interno** sulla frequenza di **1.015 KHz** ed infatti se facciamo la **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore otteniamo:

1.015 – 560 = 455 KHz

Per captare una seconda emittente che trasmette sui **1.310 KHz**, dobbiamo sintonizzare l’oscillatore interno sulla frequenza di **1.765 KHz**; infatti se facciamo la **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore otteniamo nuovamente:

1.765 – 1.310 = 455 KHz

Nella **Tabella N.17** possiamo vedere quale frequenza deve generare l’**oscillatore interno** per ottenere dalla **miscelazione** con la frequenza da ricevere, una **terza** frequenza che rimanga sempre **fissa** sul valore di **455 KHz**.
Nella **prima** colonna di questa **Tabella** è indicata la frequenza dell’oscillatore locale, nella **seconda** colonna la frequenza da ricevere e nella **terza** colonna la frequenza che si ricava.

Fig.370 Una rara fotografia di una Radio Balilla del 1934, che veniva venduta a tutte le Scuole italiane ad una prezzo di L.490 equivalenti a circa 0,25 Euro.

Fig.371 Le supereterodine per uso familiari del 1936 avevano tre sole manopole, una per il cambio gamma OM-OC, una per la sintonia ed una per il volume.

TABELLA N.17

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
955 KHz	500 KHz	455 KHz
1.055 KHz	600 KHz	455 KHz
1.155 KHz	700 KHz	455 KHz
1.255 KHz	800 KHz	455 KHz
1.355 KHz	900 KHz	455 KHz
1.455 KHz	1.000 KHz	455 KHz
1.555 KHz	1.100 KHz	455 KHz
1.655 KHz	1.200 KHz	455 KHz
1.755 KHz	1.300 KHz	455 KHz
1.855 KHz	1.400 KHz	455 KHz
1.955 KHz	1.500 KHz	455 KHz
2.055 KHz	1.600 KHz	455 KHz

Convertendo qualsiasi frequenza captata sul valore **fisso** di **455 KHz**, si riescono ad ottenere dei ricevitori **molto selettivi** che non generano più quel fastidioso **fischio** di cui vi abbiamo parlato.

Dobbiamo far presente che questa **conversione** di frequenza si può effettuare su qualsiasi gamma, **Onde Medie** - **Onde Corte** e **VHF-UHF**.

Ammesso di voler ricevere le emittenti che trasmettono sulla gamma delle **Onde Corte** compresa tra i **5-10 MHz**, pari a **5.000-10.000 KHz**, è sufficiente che l'**oscillatore RF** presente nella **supereterodina** generi una frequenza più **alta** di **455 KHz** rispetto a quella che si desidera captare, come evidenziato nella **Tabella N.18**.

TABELLA N.18

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
5.455 KHz	5.000 KHz	455 KHz
5.555 KHz	5.100 KHz	455 KHz
5.655 KHz	5.200 KHz	455 KHz
5.755 KHz	5.300 KHz	455 KHz
5.855 KHz	5.400 KHz	455 KHz
5.955 KHz	5.500 KHz	455 KHz
6.455 KHz	6.000 KHz	455 KHz
6.955 KHz	6.500 KHz	455 KHz
7.455 KHz	7.000 KHz	455 KHz
7.955 KHz	7.500 KHz	455 KHz
8.455 KHz	8.000 KHz	455 KHz
8.955 KHz	8.500 KHz	455 KHz
9.455 KHz	9.000 KHz	455 KHz
10.455 KHz	10.000 KHz	455 KHz

Fig.372 Con il passare degli anni si cercò di rendere il mobile di queste radio esteticamente sempre più moderno. Come potete notare, la scala della sintonia con sopra stampata la frequenza in KHz per le OM e in MHz per le OC, risulta più ampia.

Fig.373 Verso il 1939-1940 in ogni ricevitore venne inserita una "scala parlante" con inciso il nome di tutte le emittenti operanti sulle OM. In questa foto, una vecchia supereterodina costruita dalla Ducati di Bologna negli anni 1940-1946.

Facciamo presente che la frequenza di **conversione** si può prefissare anche su valori diversi dai **455 KHz** da noi indicati, variando la sola **frequenza** generata dall'**oscillatore interno**.

Ammesso di voler **convertire** tutte le emittenti comprese tra **90 MHz** e **100 MHz** su un valore di **Media Frequenza** di **10,7 MHz**, è sufficiente realizzare uno stadio **oscillatore RF** che generi una frequenza di **10,7 MHz maggiore** rispetto a quella che si desidera captare, come evidenziato dalla **Tabella N.19**.

TABELLA N.19

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
100,7 MHz	90 MHz	10,7 MHz
101,7 MHz	91 MHz	10,7 MHz
102,7 MHz	92 MHz	10,7 MHz
103,7 MHz	93 MHz	10,7 MHz
104,7 MHz	94 MHz	10,7 MHz
105,7 MHz	95 MHz	10,7 MHz
106,7 MHz	96 MHz	10,7 MHz
107,7 MHz	97 MHz	10,7 MHz
108,7 MHz	98 MHz	10,7 MHz
109,7 MHz	99 MHz	10,7 MHz
110,7 MHz	100 MHz	10,7 MHz

Il valore di **Media Frequenza** di **455 KHz** si usa per i soli ricevitori per **Onde Medie** e **Corte**, mentre il valore di **Media Frequenza** di **10,7 MHz** si usa solo per i ricevitori per **Onde VHF-UHF**.

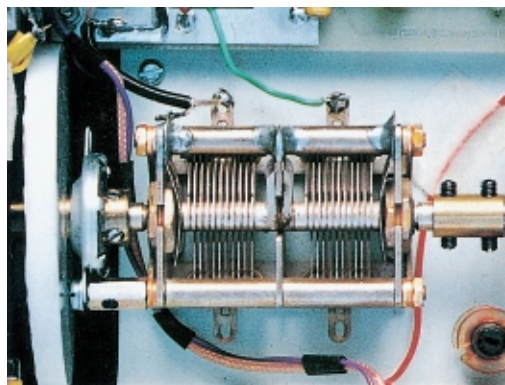



Fig.374 In tutti i ricevitori supereterodina era presente un doppio condensatore variabile. Una sezione veniva utilizzata per sintonizzare l'emittente e l'altra per variare la frequenza dell'oscillatore locale.

La decisione di usare una Media Frequenza di **10,7 MHz** anzichè di **455 KHz** nei ricevitori per **Onde VHF-UHF**, venne presa quando si constatò che realizzando questi ricevitori **VHF-UHF** con una Media Frequenza di **455 KHz**, la stessa emittente veniva captata **due volte** su due diverse frequenze.

La **prima volta** si captava quando lo stadio **oscillatore interno** veniva sintonizzato su una frequenza di **455 KHz** più **alta**.

La **seconda volta** si captava quando lo stadio **oscillatore interno** veniva sintonizzato su una frequenza di **455 KHz** più **bassa**.

Quindi una emittente che trasmetteva su una frequenza di **90.000 KHz** si captava sintonizzando lo stadio oscillatore sui **90.455 KHz**, ma anche sintonizzandolo sugli **89.545 KHz**.

Infatti, **sottraendo** alla frequenza maggiore di **90.455 KHz** quella minore di **90.000 KHz**, otteniamo un valore di:

90.455 – 90.000 = 455 KHz

Sottraendo alla frequenza maggiore di **90.000 KHz** quella minore di **89.545 KHz**, otteniamo nuovamente un valore di:

90.000 – 89.545 = 455 KHz

La frequenza dei **90.000 KHz** che veniva captata quando l'**oscillatore interno** generava una frequenza **minore** di **455 KHz**, fu chiamata **frequenza immagine**.

Utilizzando ricevitori per **Onde VHF-UHF** con una Media Frequenza accordata sui **10,7 MHz**, questo difetto viene automaticamente **eliminato**.

Quindi per ricevere un'emittente che trasmette su una frequenza di **90 MHz**, l'oscillatore interno deve generare una frequenza di **100,7 MHz** per poter ottenere dalla **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore **10,7 MHz**, infatti:

100,7 – 90 = 10,7 MHz

Qualcuno potrebbe farci notare che, pur utilizzando una **Media Frequenza** di **10,7 MHz**, otteniamo nuovamente una **frequenza immagine** quando l'**oscillatore interno** genera una frequenza di **79,3 MHz**; infatti, se **sottraiamo** a **90 MHz** questa fre-

quenza, otteniamo nuovamente un valore di **10,7 MHz**:

90 – 79,3 = 10,7 MHz

In pratica, questa **frequenza immagine** non verrà mai captata, perchè quando l'**oscillatore interno** genera **79,3 MHz**, automaticamente il circuito di sintonia **L1-C1** risulta **sintonizzato** sulla frequenza di:

79,3 – 10,7 = 68,6 MHz

Quindi il **circuito** di **sintonia L1-C1** che si trova sull'ingresso, lascerà passare la frequenza di **68,6 MHz** ma **non** quella dei **90 MHz**, che si trova distanziata di ben:

90 – 68,6 = 21,4 MHz

Poichè in un ricevitore **supereterodina** dobbiamo sintonizzare contemporaneamente la frequenza da **ricevere** e quella che dovrà generare lo **stadio oscillatore interno**, ci occorre un **doppio** condensatore **variabile** (vedi fig.374).

Una sezione si usa per sintonizzare la frequenza della **emittente** da ricevere e l'altra per variare la frequenza dello **stadio oscillatore interno** affinchè generi una frequenza **maggiore** di **455 KHz**, oppure di **10,7 MHz**.

Riuscendo a convertire tutte le frequenze che captiamo in una frequenza **fissa** sui **455 KHz** o **10,7 MHz**, si possono realizzare degli stadi amplificatori con **bobine** già **pretarate** conosciute con il nome di **Medie Frequenze**.

Se nei ricevitori **supereterodina** di qualche anno fa si utilizzava un **condensatore variabile** a **2 sezioni**, oggi questo componente è stato sostituito da due minuscoli **diodi varicap** (vedi fig.376).
Per completare la descrizione della **supereterodina** dobbiamo anche dirvi che in molti ricevitori **professionali VHF**, per ottenere una **maggiore selettività** si esegue una **doppia conversione**.

La **prima** conversione si effettua convertendo il segnale **captato** sulla frequenza fissa di **10,7 MHz**, mentre la **seconda** convertendo i **10,7 MHz** sulla frequenza fissa di **455 KHz**.

COSTRUITEVI questa SUPERETERODINA per ONDE MEDIE

Fig.375 Foto della supereterodina per OM che ora vi insegniamo a montare.

Ora che sapete come funziona una **supereterodina**, ve ne faremo costruire **una** in grado di ricevere la gamma delle **Onde Medie**.

Per realizzare un ricevitore, bisogna sempre partire dallo **schema elettrico** (vedi fig.376), perchè vedendolo si possono iniziare a conoscere i vari **simboli grafici**, verificandone le relative forme e dimensioni nello **schema pratico**.

Anche se esistono degli **integrati** che contengono tutti gli stadi di una supereterodina, cioè lo stadio **amplificatore/miscelatore**, lo stadio **oscillatore**, gli stadi **amplificatori** di **media frequenza** e lo stadio **rivelatore** di **BF**, abbiamo preferito realizzarli separatamente con **mosfet**, **transistor** e **fet**.

Utilizzando uno di questi **integrati** avremmo sì ottenuto un circuito molto più compatto, ma **non** a-

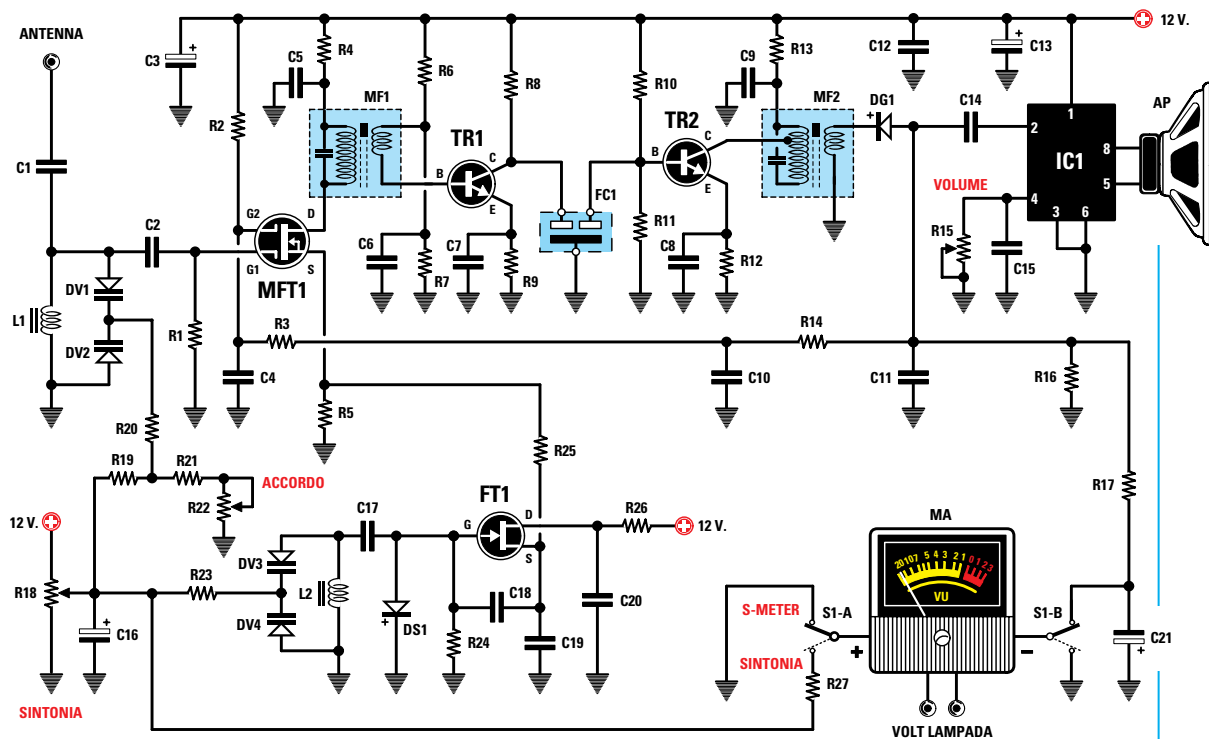



Fig.376 Schema elettrico del ricevitore supereterodina che utilizza un mosfet, un fet, due transistor, un integrato (vedi IC1) per pilotare l'altoparlante e un altro integrato (vedi IC2 nello schema in basso) per stabilizzare la tensione di alimentazione su 12 volt.

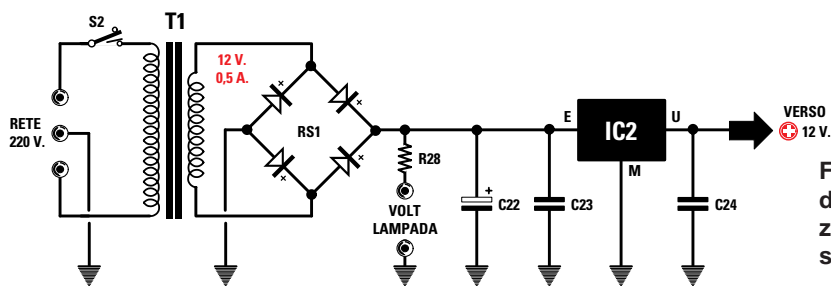



Fig.377 Schema elettrico dello stadio di alimentazione che fornisce una tensione di 12 volt.

vremmo potuto spiegarvi molto, se non che il segnale captato dall'**antenna** viene applicato su un loro piedino, e che da un altro piedino viene prelevato il segnale di **bassa frequenza**.

A noi preme invece farvi comprendere il principio di funzionamento di questo circuito ed è per questo che dedichiamo una intera Lezione a tale argomento.

Iniziamo dicendo che per realizzare una **supereterodina**, il segnale captato dall'**antenna** deve essere **miscelato** con il segnale generato da uno stadio **oscillatore RF**, in modo da ottenere dalla sottrazione una **terza** frequenza di **455 KHz**.

In alto sul lato sinistro dello schema elettrico riportato in fig.376, è presente una boccola indicata **antenna** entro la quale inseriamo l'estremità di un filo di rame lungo circa **3-4 metri**, che utilizziamo per captare tutti i segnali di **alta frequenza** emessi dalle emittenti radiofoniche.

Questo segnale, passando attraverso il condensatore **C1**, raggiunge il circuito di **sintonia** composto dalla bobina **L1** da **220 microhenry** e dai due **dio-**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

di varicap siglati **DV1-DV2**, che ci permettono di sintonizzare tutta la gamma delle **Onde Medie** compresa tra:

1.600 KHz e **500 KHz**

Per sintonizzare la bobina **L1** sulla emittente che vogliamo captare, dobbiamo solo variare la **capacità** dei due diodi varicap **DV1-DV2**.

Poichè la capacità di ogni **singolo** diodo varicap è di **500 pF**, collegandoli in **serie** otteniamo una capacità **dimezzata**, cioè di **250 pF**.

Vogliamo sottolineare che i due diodi varicap vengono collegati in **serie** e in **opposizione** di polarità non per **dimezzare** la loro capacità, ma per evitare che, in presenza di segnali **RF** molto **forti**, vengano raddrizzati generando una **tensione** continua che potrebbe far variare la loro capacità.

Se inserissimo in parallelo alla bobina **L1** un **solo** diodo varicap, questo **raddrizzerebbe** tutti i segnali molto forti, come farebbe un normale diodo al **silicio**, e la tensione **continua** così ottenuta andrebbe a modificare la sua **capacità** e di conseguenza la sua **sintonia**.

Collegando in **serie** due diodi varicap con **polarità invertita**, questo inconveniente viene evitato perchè, raddrizzando sia le **semionde positive** che quelle **negative**, queste due tensioni di opposta polarità si **annullano**.

Per variare la **capacità** dei due **diodi varicap** in modo da sintonizzarsi su tutta la gamma delle **Onde Medie** applichiamo ad essi, tramite il potenziometro **R18**, una tensione **continua positiva** che, partendo da **0 volt**, raggiungerà un massimo di **10,5 volt**.
Con questi valori di tensione otteniamo i seguenti valori di **capacità**:

Tensione su DV1-DV2	Capacità totale
0 volt	250 picoF.
1 volt	245 picoF.
2 volt	175 picoF.
3 volt	125 picoF.
4 volt	83 picoF.
5 volt	50 picoF.
6 volt	30 picoF.
7 volt	20 picoF.
8 volt	13 picoF.
9 volt	10 picoF.
10 volt	9 picoF.

ELENCO COMPONENTI LX.5039

R1 = 220 000 ohm
R2 = 120.000 ohm
R3 = 22.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 2.200 ohm
R6 = 120.000 ohm
R7 = 12.000 ohm
R8 = 1.500 ohm
R9 = 680 ohm
R10 = 10.000 ohm
R11 = 1.800 ohm
R12 = 680 ohm
R13 = 100 ohm
R14 = 22.000 ohm
R15 = 100.000 ohm pot. lin.
R16 = 22.000 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 10.000 ohm pot. 10 giri
R19 = 1.200 ohm
R20 = 47.000 ohm
R21 = 8.200 ohm
R22 = 2.200 ohm pot. lin.
R23 = 47.000 ohm
R24 = 47.000 ohm
R25 = 100 ohm
R26 = 100 ohm
R27 = 68.000 ohm
R28 = 100 ohm 1/2 watt
C1 = 27 pF ceramico
C2 = 100 pF ceramico
C3 = 100 microF. elettrolitico
C4 = 1 microF. poliestere
C5 = 100.000 pF ceramico
C6 = 100.000 pF ceramico
C7 = 100.000 pF ceramico
C8 = 100.000 pF ceramico
C9 = 100.000 pF ceramico
C10 = 1 microF. poliestere
C11 = 15.000 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere
C13 = 220 microF. elettrolitico
C14 = 470.000 pF poliestere
C15 = 100.000 pF poliestere
C16 = 10 microF. elettrolitico
C17 = 100 pF ceramico
C18 = 150 pF ceramico
C19 = 150 pF ceramico
C20 = 100.000 pF ceramico
C21 = 4,7 microF. elettrolitico
C22 = 1.000 microF. elettrolitico
C23 = 100.000 pF poliestere
C24 = 100.000 pF poliestere
L1 = impedenza 220 microhenry
L2 = impedenza 100 microhenry
MF1 = media frequenza Gialla
MF2 = media frequenza Nera
FC1 = filtro ceramico 455 KHz
DG1 = diodo tipo AA.117
DS1 = diodo tipo 1N.4148
RS1 = ponte raddrizz. 100 V 1 A
DV1 = varicap tipo BB.112
DV2 = varicap tipo BB.112
DV3 = varicap tipo BB.112
DV4 = varicap tipo BB.112
TR1 = transistor NPN - BF.495
TR2 = transistor NPN - BF.495
FT1 = fet tipo 2N.5248
MFT = mosfet tipo BF.966
IC1 = integrato TDA.7052B
IC2 = integrato L.7812
T1 = trasform. 6 watt (mod. T006.02)
secondario 8-15 V 0,4 A
S1A+B = doppio deviatore
S2 = semplice interruttore
MA = strumento 200 microA.
AP = altoparlante 8 ohm

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

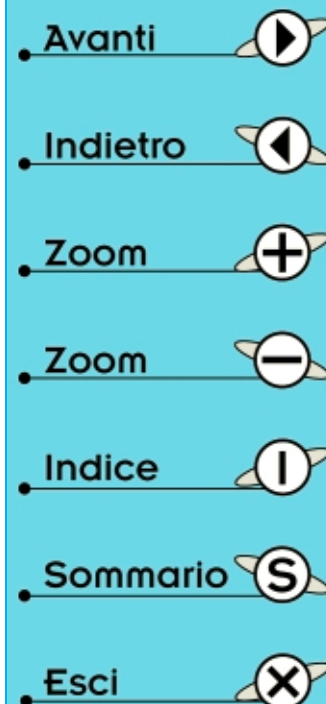
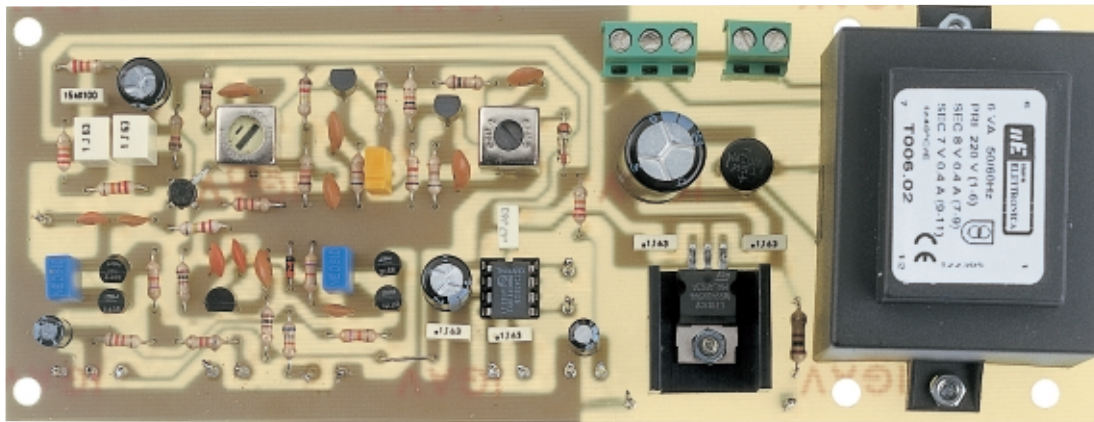



Fig.378 Ecco come si presenterà il circuito stampato quando avrete montato tutti i componenti. Sul circuito stampato che vi forniremo, troverete riprodotto il disegno serigrafico di ogni componente e la relativa sigla, quindi sarà impossibile sbagliare.

Ora vi chiederete come facciamo a far giungere su questi **diodi varicap** una tensione di soli **10,5 volt**, visto che, ruotando il cursore del potenziometro **R18** verso la massima tensione positiva, su questo terminale troviamo una tensione di **12 volt**.

Se guardate attentamente lo schema elettrico, noterete che i **12 volt**, prima di raggiungere i due diodi varicap **DV1-DV2**, passano attraverso il partitore resistivo composto dalle resistenze **R19-R21-R22**, che provvede a ridurli sui **10,5 volt**.

Il secondo potenziometro **R22** da **2.200 ohm** inserito in questo partitore, permette di **accordare** molto finemente la bobina **L1**.

La frequenza che avremo **sintonizzato** con la bobina **L1** e i due diodi varicap **DV1-DV2**, viene applicata sul **Gate 1** del semiconduttore siglato **MFT**.

Questo componente che ancora non conoscete, è un **Mosfet** chiamato anche **Dual-Gate** perchè dispone di **due** Gate.

In pratica un **mosfet** è costituito da due **fet** collegati in **serie** all'interno di un unico contenitore (vedi fig.379) e per questo motivo abbiamo disponibili solo quattro terminali chiamati **D**rain, **S**ource, **G**ate **1** e **G**ate **2**.

Applicando un segnale sul **G**ate **1**, questo uscirà dal terminale **D**rain **amplificato** in rapporto alla tensione positiva applicata sul **G**ate **2**.

Polarizzando il **G**ate **2** con una tensione **positiva** di circa **4 volt**, il Mosfet amplificherà il segnale che entra nel **G**ate **1** di circa **12 volte**, applicando una tensione **positiva** di circa **1 volt** amplificherà il segnale di circa **3 volte**.

Dicendo questo avrete intuito che basta variare la **tensione** sul **G**ate **2**, per modificare il **guadagno** di questo stadio preamplificatore.

Per **convertire** il segnale applicato sul **G**ate **1** su una frequenza fissa di **455 KHz**, è necessario applicare sul suo terminale **S**ource un segnale **RF** che abbia una frequenza maggiore di **455 KHz** rispetto a quella che avremo sintonizzato con la bobina **L1** e i diodi varicap **DV1-DV2**.

Per ottenere questa frequenza utilizziamo come stadio **oscillatore** il fet siglato **FT1**.

Il circuito di **sintonia** composto dalla bobina **L2** da **100 microhenry** e dai due **diodi varicap** siglati **DV3-DV4**, ci permette di generare un segnale **RF** che copre la gamma da:

2.055 KHz a **955 KHz**

La frequenza generata prelevata dal **S**ource del fet **FT1**, viene applicata direttamente sul **S**ource del Mosfet **MFT** tramite la resistenza **R25**.

Il potenziometro **R18** che utilizziamo per variare la tensione sui diodi varicap **DV1-DV2**, lo utilizziamo anche per variare la tensione sui diodi varicap **DV3-DV4**: pertanto, **diminuendo** o **aumentando** la capacità di **DV1-DV2**, automaticamente **diminuisce** o **aumenta** anche la capacità dei diodi varicap **DV3-DV4**.

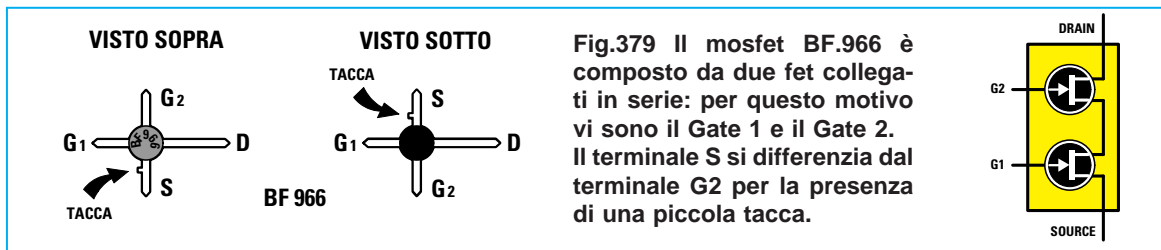



Fig.379 Il mosfet BF.966 è composto da due fet collegati in serie: per questo motivo vi sono il Gate 1 e il Gate 2. Il terminale S si differenzia dal terminale G2 per la presenza di una piccola tacca.

Ammesso che il circuito di **sintonia** composto da **L1** e dai diodi varicap **DV1-DV2** risulti sintonizzato sulla frequenza di **600 KHz**, automaticamente il circuito dello stadio **oscillatore** composto dalla bobina **L2** e dai diodi varicap **DV3-DV4** viene fatto oscillare sulla frequenza di **1.055 KHz**.

Facendo la differenza tra la frequenza **maggiore** e quella **minore** otteniamo:

1.055 - 600 = 455 KHz

Se sintonizziamo la bobina **L1** sulla frequenza di **800 KHz**, automaticamente i diodi varicap **DV3-DV4** fanno oscillare la bobina **L2** dello stadio oscillatore sulla frequenza di **1.255 KHz**.

Anche in questo caso se facciamo la differenza tra la frequenza **maggiore** e quella **minore** otteniamo sempre:

1.255 - 800 = 455 KHz

Nel terminale **D**rain del Mosfet **MFT** troviamo inserito l'avvolgimento primario della **MF1** (Media Frequenza), **accordato** sulla frequenza di **455 KHz**: quindi, tutte le altre frequenze che non risultino pari a **455 KHz** non passeranno attraverso il suo avvolgimento secondario.

Dall'avvolgimento secondario della **MF1** viene quindi prelevata la frequenza di **455 KHz**, per essere applicata sulla **B**ase del transistor che provvede ad amplificarla.

Sul **C**ollettore del transistor **TR1** troviamo applicato un **filtro ceramico** (vedi **FC1**) da **455 KHz**, che utilizziamo per lasciar passare sul suo opposto terminale solo questa frequenza.

Poichè al terminale opposto di questo **filtro** risulta collegata la **B**ase del transistor **TR2**, quest'ultimo provvede ad amplificare la frequenza dei **455 KHz** che attraversa questo **filtro**.

Il **C**ollettore del transistor **TR2** è collegato all'avvolgimento primario della **MF2**, anch'esso accordato sui **455 KHz**, quindi il segnale presente su questo avvolgimento primario verrà trasferito per induzione sul suo avvolgimento secondario.

Il segnale amplificato, presente sul secondario della **MF2**, viene **raddrizzato** dal **diodo** al **germanio** siglato **DG1**.

Per la rivelazione si è scelto un **diodo** al **germanio**, perchè questo riesce a raddrizzare qualsiasi segnale alternato che superi un'ampiezza di soli **0,3 volt**, mentre i **diodi** al **silicio** iniziano a raddrizzare un segnale alternato solo quando la sua ampiezza supera gli **0,7 volt** circa.

In pratica, questo diodo eliminerà tutte le **semionde positive** e lascerà passare le sole **semionde negative** (vedi fig.381).

Per togliere dalle **semionde negative** il segnale **RF** dei **455 KHz** ancora presente, è sufficiente ap-

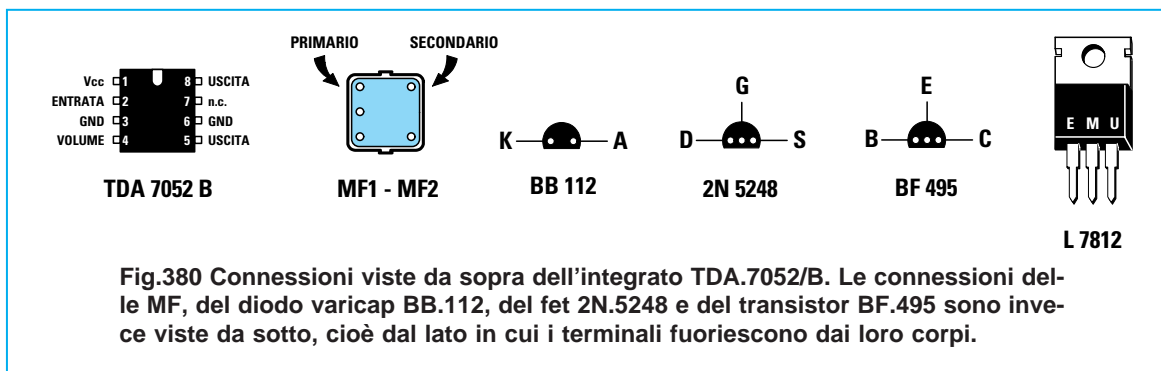



Fig.380 Connessioni viste da sopra dell'integrato TDA.7052/B. Le connessioni delle MF, del diodo varicap BB.112, del fet 2N.5248 e del transistor BF.495 sono invece viste da sotto, cioè dal lato in cui i terminali fuoriescono dai loro corpi.

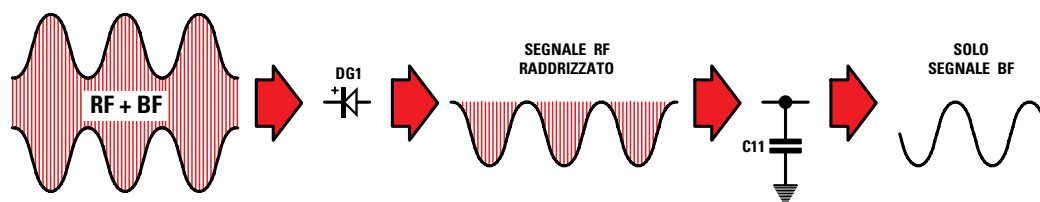



Fig.381 Dal secondario della MF2 fuoriesce un segnale RF come visibile nel disegno di sinistra. Il diodo DG1 elimina le semionde positive. Collegando tra il diodo e la massa un condensatore da 15.000 pF, questo scaricherà a massa la sola frequenza RF perchè per i 455 KHz questa capacità si comporta come una resistenza di pochi ohm, mentre per la BF questa capacità si comporta come una resistenza da 1.000 ohm.

plicare tra il suo **A**nodo e la **massa** un piccolo condensatore da **15.000 pF** (vedi **C11**).

Questo condensatore scaricherà a **massa** il solo segnale **RF** dei **455 KHz**, quindi ai capi del diodo **DG1** sarà presente il solo segnale di **bassa frequenza** (vedi fig.381 a destra).

Questo segnale **BF** viene trasferito, tramite il condensatore **C14**, sul piedino d'ingresso **2** del blocco **nero** che abbiamo siglato **IC1**, che è in pratica un piccolo un **integrato** amplificatore **BF** in grado di erogare una potenza di circa **1 watt**.

Sui suoi due terminali d'uscita **5-8**, possiamo quindi applicare un piccolo **altoparlante**, che ci consente di ascoltare il segnale **BF** della emittente selezionata.

Il potenziometro **R15** collegato al piedino **4** di **IC1**, serve come controllo di **volume**.

A questo punto dobbiamo aprire una parentesi e parlare dell'**AGC** (**A**utomatic **G**ain **C**ontrol), che tradotto in italiano significa **C**ontrollo **A**utomatico del **G**uadagno.

Come potete facilmente intuire, tutti i segnali **RF** che l'antenna capta non hanno la stessa **intensità**. I segnali delle emittenti ubicate a notevole distanza, giungono sempre **molto deboli**, mentre i segnali delle emittenti **locali** giungono sempre **molto forti**.

Di conseguenza i segnali **molto deboli** devono essere amplificati per il loro **massimo**, in modo da ottenere un segnale più che sufficiente per essere **raddrizzato**, mentre i segnali **molto forti** devono essere **attenuati** per evitare che **saturino** gli stadi amplificatori di **MF**.

Se un segnale **saturasse** gli stadi amplificatori di **MF**, in uscita si otterrebbe infatti un segnale **BF** notevolmente **distorto**.

Per **variare** automaticamente il **guadagno** del ricevitore, in modo da amplificare per il loro **massimo** i segnali molto **deboli** e pochissimo i segnali **molto forti**, utilizziamo la **tensione negativa** che il diodo **DG1** ha raddrizzato.

Come in seguito noterete, spostando il doppio deviatore **S1** in posizione **S-Meter**, la lancetta dello strumentino **MA** devia verso il **fondo scala** nel caso vengano captati segnali **molto forti**, mentre devia di poco nel caso vengano captati segnali molto **deboli**.

Per variare il **guadagno** del Mosfet **MFT**, andremo a variare la sola tensione sul **G**ate **2**.

La resistenza **R2** da **120.000 ohm**, collegata sul **G**ate **2**, polarizza il Mosfet con una tensione **positiva** di circa **3,5 volt** e con questa tensione otterremo il **massimo guadagno**.

Se l'antenna capta un segnale **molto forte**, il diodo raddrizzatore **DG1** fornisce una tensione **negativa** che può raggiungere anche i **3 volt**, mentre se l'antenna capta un segnale **molto debole**, questa tensione non supera mai gli **0,5 volt**.

Questa tensione **negativa** viene applicata, tramite le resistenze **R14-R3**, sul **G**ate **2** del Mosfet e, in questo modo, **viene ridotta** la tensione **positiva** applicata su questo terminale.

Quando giunge un segnale molto **forte**, il diodo **DG1** fornisce una tensione **negativa** di circa **3 volt**, quindi la tensione **positiva** sul **G**ate **2** scende da **4 volt** a **1 volt** e con questa tensione il Mosfet **MFT** amplifica il segnale di sole **2 volte**.

Quando giunge un segnale molto **debole**, il diodo **DG1** fornisce una tensione **negativa** di circa **0,5 volt negativi**, quindi la tensione sul **G**ate **2** scende da **4 volt** a **3,5 volt** e con questa tensione il Mosfet **MFT** amplifica il segnale di ben **10 volte**.

NOTA: I valori di tensione riportati in questi esempi sono approssimativi e servono soltanto a farvi comprendere come funziona il **C**ontrollo **A**utomatico di **G**uadagno in un ricevitore.

Lo strumentino **MA** inserito in questo ricevitore è utile anche per svolgere una seconda funzione: infatti, spostando il doppio deviatore **S1** sulla posizione **Sintonia**, potremo conoscere quale tensione risulta applicata sui **diodi varicap** e sapere, con una buona approssimazione, se siamo sintonizzati sulla frequenza di **1.600 KHz** (la lancetta devia verso il suo **massimo**) oppure sui **1.000 KHz** (la lancetta devia al **centro** scala) o sui **500 KHz** (la lancetta rimane all'**inizio** scala).

Per alimentare questo ricevitore occorre una tensione stabilizzata di **12 volt**, che preleviamo dallo stadio di alimentazione composto dal trasformatore **T1**, dal ponte raddrizzatore **RS1**, dall'integrato stabilizzatore **L.7812** siglato **IC2** (vedi fig.377).

Per concludere, riassumiamo le funzioni svolte da tutti i semiconduttori utilizzati in questo ricevitore **supereterodina**.

MFT = questo Mosfet serve per **preamplificare** il segnale sintonizzato dalla bobina **L1** per variare il suo **guadagno** e per **convertire** la frequenza captata sul valore fisso di **455 KHz**, applicando sul suo **S**ource il segnale **RF** prelevato dallo stadio oscillatore **FT1**.

FT1 = questo fet viene utilizzato come **oscillatore RF** per generare un segnale che, **miscelato** con il segnale captato dall'antenna, permette di ottenere la **conversione** della frequenza captata in una frequenza fissa di **455 KHz**.

TR1 = questo transistor serve per **preamplificare** il segnale di **455 KHz** prelevato dal secondario della Media Frequenza **MF1**.

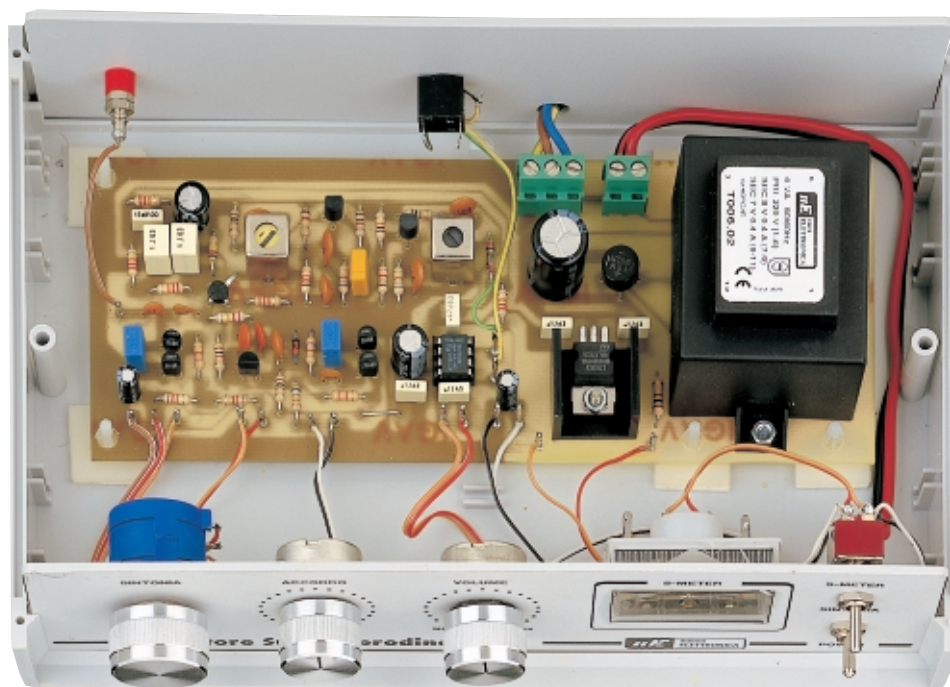



Fig.382 Il circuito stampato va fissato all'interno del mobile con dei distanziatori plastici con base autoadesiva che innesterete nei 6 fori presenti sullo stampato. Prima di fissare i potenziometri di Accordo e del Volume sul pannello frontale, dovete accorciare i loro perni per tenere le manopole il più vicino possibile al pannello.

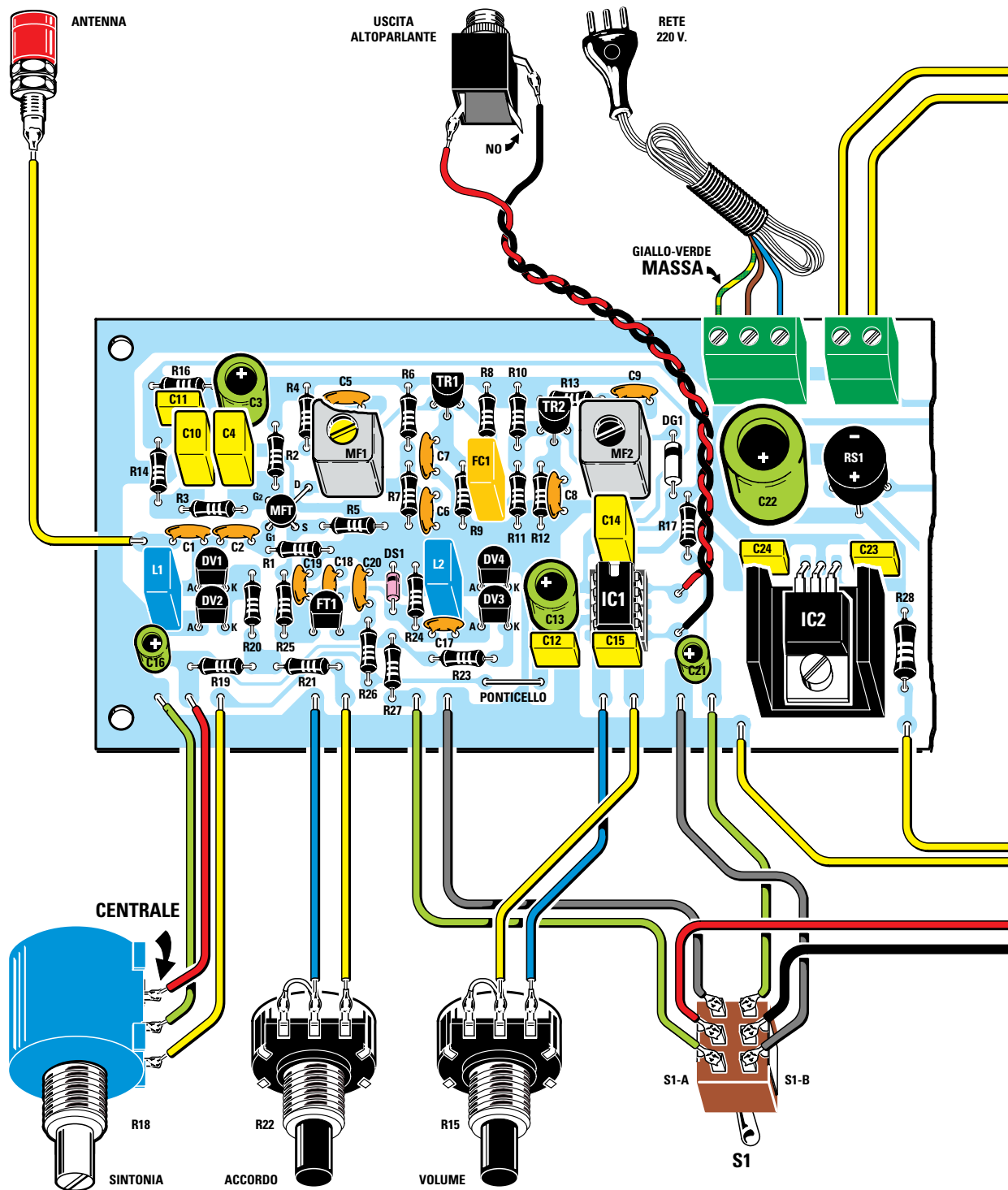



Fig.383 Schema pratico di montaggio del ricevitore. Il disegno è stato suddiviso in due parti perchè non rientrava in una sola pagina. Non dimenticatevi di inserire il ponticello vicino a R23 e C12 e di inserire il filo Giallo/Verde di “massa” del cordone di alimentazione nel primo foro di sinistra della morsettiera a 3 poli visibile in alto a destra.

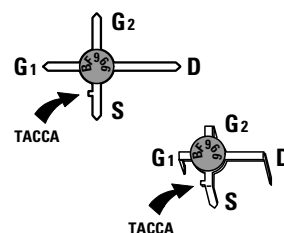
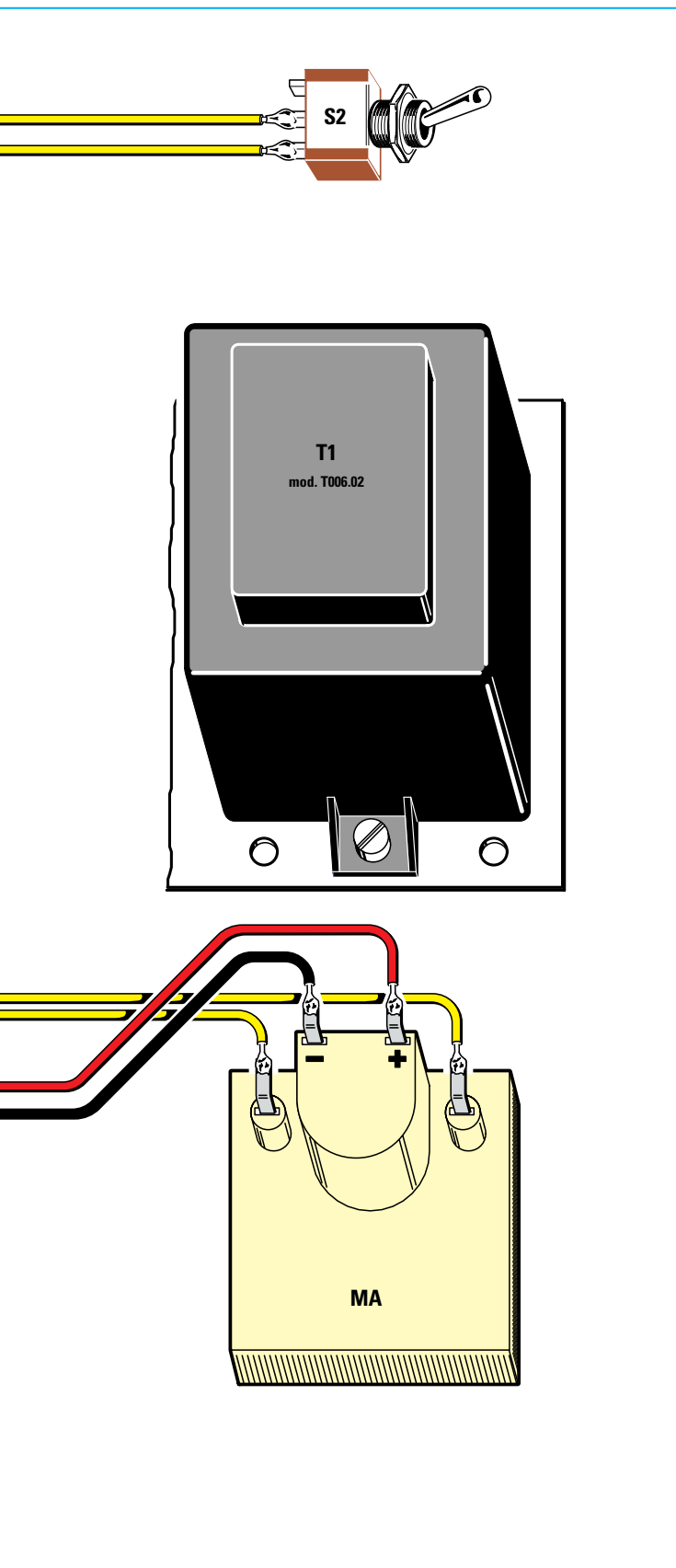



Fig.384 Prima di ripiegare a L i quattro terminali del mosfet, rivolgete verso il basso il terminale S che si riconosce perchè è il solo ad essere provvisto di una piccola "tacca" di riferimento.

TR2 = questo transistor serve per **preamplificare** il segnale di **455 KHz** prelevato dall'uscita del filtro ceramico **FC1**.

DG1 = questo diodo serve per **raddrizzare** il segnale dei **455 KHz**, in modo da prelevare il segnale di **Bassa Frequenza** e anche una tensione **negativa** da applicare sul **G**ate **2** del Mosfet **MFT** per variare in modo automatico il suo **guadagno**.

IC1 = questo integrato serve per amplificare il segnale **BF** raddrizzato dal diodo **DG1**, in modo da ottenere in uscita una potenza più che sufficiente per pilotare un **altoparlante**.

IC2 = questo integrato serve per **stabilizzare** sul valore di **12 volt**, la tensione **positiva** prelevata dall'uscita del ponte raddrizzatore **RS1**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Una volta in possesso del circuito stampato siglato **LX.5039**, su questo dovete montare tutti i componenti disponendoli come visibile in fig.383.
Se seguirete tutte le nostre istruzioni, possiamo assicurarvi che a montaggio ultimato il vostro ricevitore **funzionerà** in modo perfetto.

Come prima operazione, inserite nei due fori posti sotto a **R23** e **C12** un sottile filo di **rame nudo**, saldandolo sotto alle piste del circuito stampato in modo da ottenere un **ponticello**.

Come seconda operazione prendete il mosfet **MFT** che ha **4 terminali** (vedi fig.384).
Il terminale **più lungo** è il **D**rain, il terminale posto sulla sinistra è il **G**ate **1** e gli altri due, disposti a croce, sono il **G**ate **2** e il **S**ource.
Il terminale **S**ource si differenzia dal **G**ate **2** perchè ha una minuscola **tacca** di riferimento.

È molto **importante** che questa piccola **tacca** che caratterizza il terminale **S**ource venga rivolta verso il **basso** (vedi fig.384), in caso contrario il ricevitore **non** potrà funzionare.
Con un paio di pinze ripiegate a **L** questi quattro terminali ed inseriteli nei fori predisposti sullo stampato.

Vi facciamo notare che se il terminale Source venisse ripiegato a **L** in senso **opposto** al richiesto, risulterebbe rivolto verso la resistenza **R2** e non, come necessario, verso la resistenza **R5**.

Completata questa operazione, consigliamo di inserire lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**, saldandone i piedini sulle piste sottostanti del circuito stampato.

A questo punto, potete iniziare a montare tutte le **resistenze**, controllando attentamente i colori delle loro **fasce** per evitare di commettere errori.

Montate quindi il diodo al silicio **DS1** vicino alla resistenza **R24**, rivolgendo verso l'alto il lato del suo corpo contornato da una **fascia nera** e il diodo al germanio **DG1** vicino alla **MF2**, rivolgendo verso l'alto il lato del suo corpo contornato sempre da una **fascia nera** (vedi fig.383).

Il diodo al germanio **DG1** è facilmente identificabile, perchè il suo corpo ha dimensioni maggiori rispetto al diodo al silicio **DS1**.

Proseguendo nel montaggio, inserite tutti i condensatori **ceramici** e se vi trovate in difficoltà a **decifrare** la sigla stampigliata sul loro corpo, vi basterà rileggere la **Lezione N.3**.

Montate quindi i condensatori **poliestere**, poi gli **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro due terminali.

Prendete ora la bobina **L1** sul corpo della quale è inciso il numero **220** e collocatela vicino ai diodi varicap siglati **DV1-DV2**, poi la bobina **L2** contraddistinta dal numero **100** e collocatela vicino ai diodi varicap siglati **DV3-DV4**.

Tra le due resistenze **R9-R11** inserite il filtro ceramico **FC1** che ha il corpo di colore giallo.

La Media Frequenza siglata **MF1** caratterizzata da un nucleo di colore **giallo**, va saldata vicino al mosfet **MFT**, mentre la Media Frequenza siglata **MF2**, che ha un nucleo di colore **nero**, in prossimità del transistor **TR2**.

Non dimenticatevi di saldare sulle piste del circuito le due linguelle dei loro contenitori **metallici**, in modo a schermarne gli avvolgimenti interni.

Per completare il montaggio dovete inserire i quattro diodi varicap **DV1-DV2-DV3-DV4**, rivolgendo verso il **basso** il lato **piatto** dei loro corpi come visibile in fig.383.

Dopo questi diodi, potete montare i due transistor **TR1-TR2** rivolgendo verso l'**alto** il lato **piatto** dei loro corpi, poi il fet **FT1** siglato **2N.5248** rivolgendo verso il **basso** il lato **piatto** del suo corpo.

Nel lato destro dello stampato inserite il ponte raddrizzatore **RS1** rispettando la polarità dei suoi terminali, poi l'integrato stabilizzatore **IC2** che, come potete vedere nel disegno dello schema pratico, va collocato sopra alla piccola aletta di raffreddamento a forma di **U** e infine il trasformatore **T1**.

Vicino al ponte raddrizzatore **RS1** inserite la morsettiera a **3 poli** per entrare con il cordone di rete dei **220 volt** e quella a **2 poli** che vi servirà per collegare l'interruttore di accensione **S2**.

Ora inserite nel suo zoccolo l'integrato **IC1**, rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** verso il condensatore poliestere **C14**.

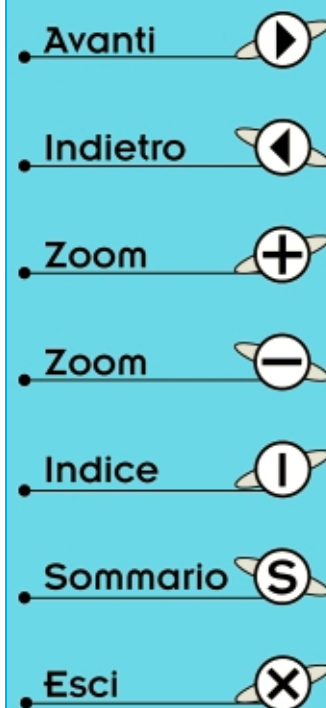
Nelle piste sulle quali vanno saldati i fili da collegare alla boccola dell'antenna, allo spinotto femmina dell'altoparlante, ai potenziometri, al doppio deviatore **S1** e allo strumentino **MA**, inserite quei piccoli chiodini **capifilo** che troverete nel kit.

A questo punto potete prendere il pannello frontale del mobile che risulta **già forato** e fissare su questo lo **strumentino** microamperometro, con un po' di scotch o una goccia di attaccatutto, poi i tre potenziometri e il doppio deviatore **S1**.

Servendovi di un seghetto, accorciate i perni plastici dei due potenziometri **R22-R15**, per evitare di avere due manopole più distanziate dal pannello rispetto a quella del potenziometro **R18**.

Con degli spezzoni di filo isolato in plastica, collegate i terminali di questi componenti fissati sul pannello, ai chiodini capifilo applicati in precedenza sul circuito stampato.

Vi consigliamo di eseguire questa operazione soltanto dopo aver fissato il circuito stampato sul piano del mobile con i distanziatori plastici con base **autoadesiva** che troverete all'interno del kit.

Prima di montare questi distanziatori, dovete **to-**

gliere dalle loro basi la carta che protegge la superficie adesiva.

Cercate di eseguire accuratamente questi collegamenti in modo da ottenere un buon risultato estetico.

Dobbiamo farvi presente che il terminale **centrale** del potenziometro multigiri **R18** non si trova al **centro** come in tutti gli altri potenziometri rotativi, ma in prossimità dell'estremità del suo corpo come appare ben evidenziato nel disegno di fig.383.

Sullo strumentino **MA** giungono **4 fili**, perchè sui due laterali viene applicata una tensione continua che serve per alimentare la piccola **lampadina** posta al suo interno.

Ora potete prendere il pannello **posteriore** plastico del mobile e praticare su questo tre fori, uno del diametro di **8 mm** per passare con il cordone di rete dei **220 volt** e due fori del diametro di **6 mm** per fissare la boccola dell'antenna e la presa **femmina** entro la quale andrà inserito lo spinotto **maschio** dell'altoparlante.

Importante = Quando fisserete i fili terminali del cordone di alimentazione dei **220 volt** sulla morsettiera a **3 poli**, dovete inserire il filo di colore **giallo-verde** nel morsetto di **sinistra** perchè questo filo, che sarebbe quello della **terra**, risulta collegato allo spinotto **centrale** della presa maschio.

Completate tutte queste operazioni, prendete la piccola **cassa acustica** entro la quale è collegato l'altoparlante, poi spellate le estremità del cavetto che fuoriesce da essa e saldatele sui due terminali dello spinotto **maschio** jack come illustrato in fig.385.

Controllate che i due fili non entrino in cortocircuito perchè se questo avviene, il vostro altoparlante **non** potrà funzionare.

Anche quando collegherete i due fili per l'altoparlante alla presa **femmina** fissata sul pannello posteriore, uno lo dovrete collegare al terminale posto vicino al pannello e l'altro al terminale presente sul lato **opposto** come visibile in fig.383.

TARATURA del RICEVITORE

Anche se inserendo un filo lungo **3-4 metri** nella boccola dell'antenna riuscirete a captare qualche emittente, per ottenere la massima **sensibilità** dovete necessariamente tarare i **nuclei** delle due **medie frequenze** siglate **MF1-MF2**.

Quando eseguirete questa taratura, dovete aver già **fissato** il circuito stampato all'interno del mobile, per evitare di **toccare** involontariamente le piste di rame poste sotto alle due morsettiere a **3** e **2 poli** nelle quali è presente la tensione di rete dei **220 volt**.

Per eseguire questa **taratura** occorre solo un piccolo **cacciavite**.

1° - Inserite nella boccola antenna un filo lungo **3-4 metri** o anche più, tenendolo possibilmente in posizione verticale.

Fig.385 Dalla piccola Cassa Acustica, contenente l'altoparlante, fuoriesce un sottile cavetto schermato. Dopo aver spellato la sua estremità in modo da separare i due fili, dovete saldare quest'ultimi sui terminali del connettore jack maschio inserito nel kit. Arrotolate bene i sottili fili della calza di schermo per evitare che ne rimanga qualcuno volante.

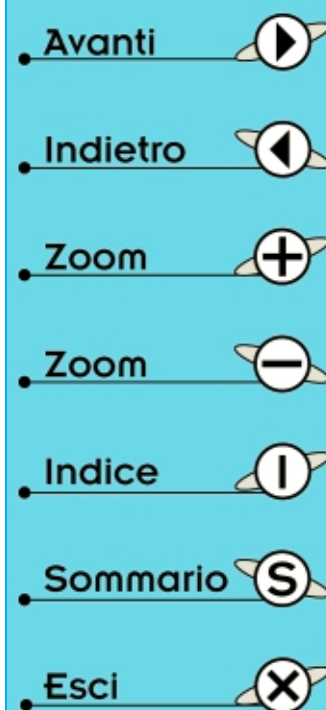
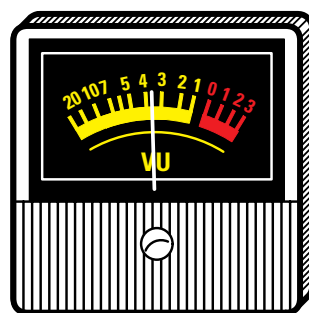



Fig.386 Per tarare questo ricevitore dovete ruotare la manopola R22 a metà corsa e spostare la leva del deviatore S1 sulla posizione S-Meter. Dopo aver inserito un filo nella boccola antenna, ricercate tramite il potenziometro R18 della Sintonia una emittente, poi ruotate il nucleo della MF2 e quello della MF1 fino a far deviare verso destra la lancetta dello strumento. Più lunga risulterà l'antenna più la lancetta devierà a destra.

2° - Ruotate la manopola del potenziometro **R22** di **accordo** a metà corsa.

3° - Spostate le leva del deviatore **S1** in posizione **S-Meter**, in modo da vedere la lancetta dello strumento **MA** deviare in rapporto all'intensità del segnale captato.

4° - Ruotate lentamente la manopola del potenziometro della **sintonia** fino a quando non riuscirete a captare una emittente e subito vedrete che la lancetta dello strumento **MA** devierà verso destra.

5° - Con il cacciavite ruotate il nucleo della **MF2** fino a trovare una posizione che farà deviare, anche se di poco, lancetta dello strumento verso destra.

6° - Ora ruotare il nucleo della **MF1** e anche qui troverete una posizione in cui la lancetta dello strumento devia ancor di più verso destra.

7° - Ottenuta questa condizione, provate a ruotare la manopola del potenziometro **R22** fino a trovare una posizione che farà deviare la lancetta dello strumento ancora di qualche millimetro.

Completate tutte queste operazioni, il ricevitore risulta già **tarato**, ma per ottenere la massima **sensibilità** dovete ritoccare i nuclei della **MF2** e della **MF1** su un segnale **molto debole**.

Captata una emittente che farà deviare la lancetta dello strumento su **1/4** di scala, ruotate di poco in senso orario o antiorario il nucleo della **MF2** per vedere se la lancetta dello strumento devia maggiormente, poi il nucleo della **MF1**, non dimenticando di correggere l'**accordo** tramite il potenziometro lineare **R22**.

Ottenuta la **massima** deviazione della lancetta dello strumento, potete chiudere il mobile perchè la **taratura** è completata.

LA RICEZIONE delle ONDE MEDIE

Durante il **giorno** riuscirete a captare **poche** emittenti, ma verso **sera** e di **notte**, quando aumenta la propagazione delle **Onde medie** come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.10**, riuscirete a captare anche molte emittenti **estere**.

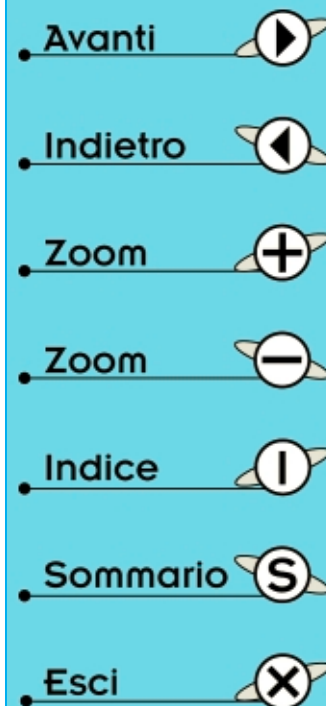
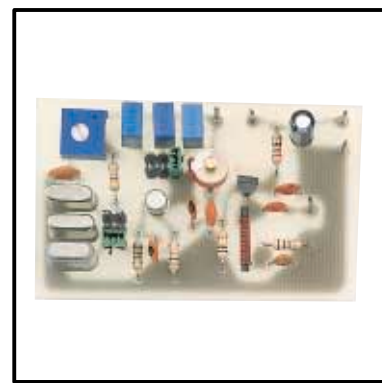
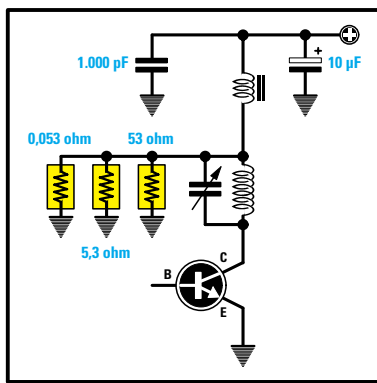
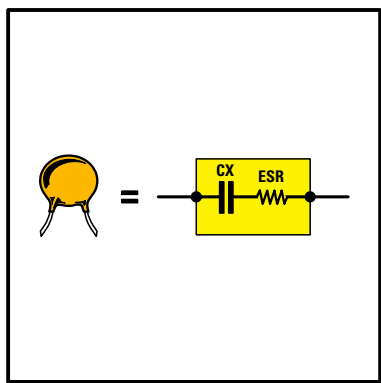
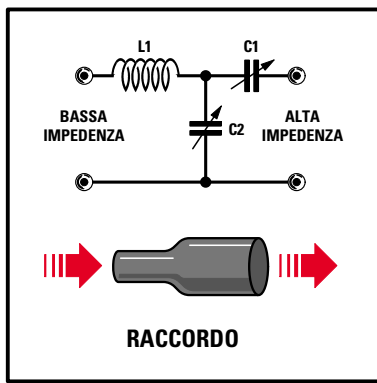
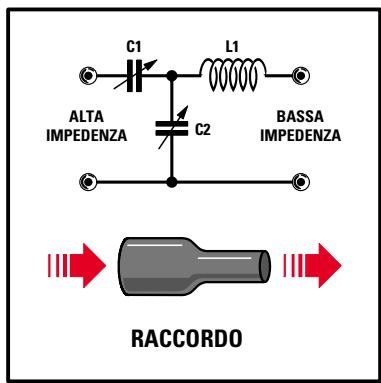
La **lunghezza** del filo che utilizzerete come **antenna** è determinante, infatti più risulta lungo più emittenti riuscirete a captare.
In passato questo **filo** veniva steso sopra il tetto di una casa, oppure in un cortile.
Chi abita in un condominio non sempre potrà farlo, comunque potrà aggirare l'ostacolo installando in alto, nella propria stanza, un sottile filo in plastica per impianti di campanelli, isolandone le due estremità con due piccoli pezzi di plastica.

COSTO DI REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare la **supereterodina** per **Onde Medie LX.5039** (vedi fig.383), cioè circuito stampato, trasformatore di alimentazione, strumento V-Meter, box con altoparlante, transistor, MF, potenziometri, manopole, cordone di alimentazione per la tensione di rete, **esclusi** il mobile e la mascherina serigrafata
Lire 75.000 Euro 38,73

Costo del mobile **MO.5039** completo di mascherina forata e serigrafata
Lire 23.000 Euro 11,88

Costo del solo circuito stampato **LX.5039**
Lire 11.800 Euro 6,09

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Dopo avervi spiegato nelle **Lezioni N.24** e **N.25** come realizzare degli **oscillatori** di **alta frequenza**, ora vi indichiamo come **potenziare** i loro deboli segnali con degli stadi **amplificatori RF**.

Da questa Lezione apprenderete che per trasferire **senza** eccessive **perdite** il segnale **RF** prelevato dal **Collettore** di un transistor sulla **Base** del transistor amplificatore, è necessario adattare l'**elevata impedenza** del **Collettore** alla **bassa impedenza** della **Base**.

Anche per trasferire il segnale **RF** prelevato dal **Collettore** di uno stadio **finale** verso l'**antenna** trasmittente, è necessario adattare nuovamente la sua **elevata impedenza** al valore d'impedenza del **cavo coassiale**, che può essere di **50** o di **75 ohm**.

Adattare due diversi valori d'**impedenza** non è difficile perchè, come apprenderete, dovrete solo ruotare i **compensatori** presenti nel **filtro adattatore d'impedenza** fino a trovare il valore di capacità che vi permetterà di ottenere in uscita il **massimo** segnale **RF**.

A completamento di questa Lezione vi proporremo di montare un piccolo trasmettitore in gamma **27 MHz** modulato in **AM**, spiegandovi in modo molto dettagliato come tarare i compensatori per adattare perfettamente tutte le diverse **impedenze**.
Infine vi spiegheremo come calcolare un **filtro Passa/Basso** che, applicato sull'uscita del trasmettitore, impedisca a tutte le **frequenze armoniche** di raggiungere l'antenna irradiante.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

TUTTO quello che dovete SAPERE per realizzare un TRASMETTITORE

La più grande aspirazione per un giovane appassionato di elettronica è quella di riuscire a realizzare un **trasmettitore** di media potenza in grado di inviare a distanza la propria voce.

Poichè si sa che dall'uscita di uno **stadio oscillatore** si prelevano sempre delle potenze **irrisorie**, per **potenziarle** è necessario amplificarle, ma per farlo bisogna conoscere preliminarmente tutti gli accorgimenti da adottare per realizzare degli efficienti stadi amplificatori di **alta frequenza**.

Ammesso di avere uno **stadio oscillatore** che fornisca in uscita una **potenza** di **0,05 watt**, applicando quest'ultima ad un transistor che provveda ad amplificarla di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore riusciremo a prelevare una potenza di:

0,05 x 6,31 = 0,315 watt

Se questa potenza è insufficiente, è necessario aggiungere un **secondo** transistor e, ammesso che anche questo la amplifichi di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore riusciremo a prelevare una potenza di:

0,315 x 6,31 = 1,987 watt

Volendo aumentare ulteriormente la **potenza**, dovremo aggiungere un **terzo** transistor e, ammesso che anche questo la amplifichi di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore riusciremo a prelevare una potenza di:

1,987 x 6,31 = 12,53 watt (vedi fig.387)

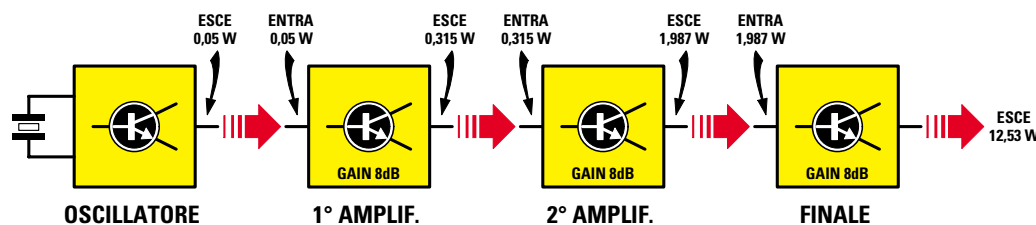



**Fig.387 Applicando gli 0,05 watt erogati da uno stadio oscillatore sull'ingresso di uno stadio amplificatore che guadagna 8 dB, dalla sua uscita preleverete 0,315 watt.
Applicando questi 0,315 Watt sull'ingresso di un secondo stadio amplificatore che guadagna sempre 8 dB, dalla sua uscita preleverete 1,987 watt. Per aumentare questa potenza è necessario aggiungere un terzo stadio e, se anche questo guadagna 8 dB, dalla sua uscita preleverete 12,53 watt. Consultando la Tabella N.22 potete desumere che un guadagno di 8 dB corrisponde ad un aumento di potenza di 6,31 volte.**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

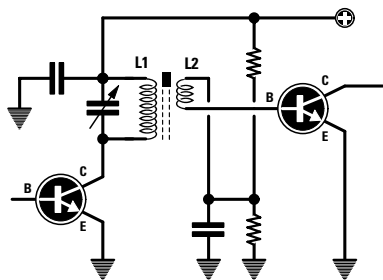



Fig.388 Il segnale RF generato da uno stadio oscillatore si può prelevare per via INDUTTIVA, avvolgendo due o tre spire (vedi L2) sul lato freddo di L1.

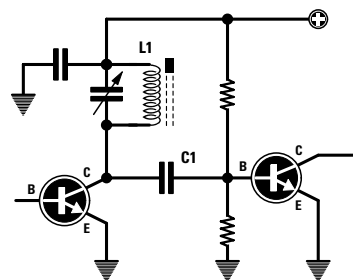



Fig.389 Per prelevare il segnale RF per via CAPACITIVA, basta collegare tra il Collettore e la Base dei due transistor un condensatore di piccola capacità (vedi C1).

TABELLA N.20

potenza max Transistor	impedenza Base	impedenza Collettore
1 watt	70 ohm	110 ohm
2 watt	36 ohm	60 ohm
3 watt	24 ohm	40 ohm
4 watt	18 ohm	30 ohm
5 watt	14 ohm	23 ohm
6 watt	12 ohm	20 ohm
7 watt	11 ohm	19 ohm
8 watt	8,5 ohm	14 ohm
9 watt	8,0 ohm	13 ohm
10 watt	7,8 ohm	12 ohm
15 watt	5,0 ohm	8,0 ohm
20 watt	3,6 ohm	6,0 ohm
30 watt	2,4 ohm	4,0 ohm
40 watt	1,8 ohm	3,0 ohm
50 watt	1,5 ohm	2,5 ohm
60 watt	1,2 ohm	2,0 ohm
70 watt	1,0 ohm	1,6 ohm
80 watt	0,9 ohm	1,4 ohm
90 watt	0,8 ohm	1,3 ohm
100 watt	0,7 ohm	1,1 ohm

Nota: Questa **Tabella**, anche se soltanto indicativa, serve ad evidenziare che l'impedenza di **B**ase di un **transistor RF** è sempre **minore** rispetto a quella del suo **C**ollettore.

Questi valori sono **approssimativi** perchè il valore d'**impedenza** varia da transistor e transistor ed in base al valore della **tensione** di alimentazione e a quello della **frequenza** di lavoro.

Nota: come potete vedere nella **Tabella N.22**, un **guadagno** di **6,31** corrisponde a un aumento in **potenza** di **8 dB**.

Purtroppo, per **amplificare** un segnale **RF** non è sufficiente, come nel caso della **BF**, prelevare il segnale dal **C**ollettore di un transistor e poi applicarlo, tramite un condensatore, sulla **B**ase di un transistor amplificatore: infatti, se non si provvede ad adattare l'**impedenza** del segnale prelevato dal **C**ollettore all'**impedenza** di **B**ase del transistor amplificatore, si hanno delle **perdite** elevate.

COSA significa adattare UN'IMPEDENZA?

Consultando la **Tabella N.20** è possibile notare che l'**impedenza** di **B**ase e di **C**ollettore di un transistor variano al variare della **potenza**.

Poichè questi valori d'**impedenza** non vengono mai riportati nelle **caratteristiche** dei transistor, molti vorranno sapere come si possono ricavare.

In linea di massima, per ricavare con una buona **approssimazione** il valore d'**impedenza** di **C**ollettore si può usare la seguente formula:

Z ohm = [(Vcc x Vcc) : (watt + watt)]

Z = è l'**impedenza** espressa in **ohm**;

Vcc = è la **tensione massima** che accetta il **C**ollettore del transistor;

watt = è la **potenza massima** che il transistor è in grado di erogare.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.390 Il valore d'impedenza di Collettore di un transistor si può calcolare con la formula qui riportata. I Vcc sono i volt massimi che il transistor può accettare e i watt, quelli massimi che riesce ad erogare. Nella Tabella N.20 sono indicati i valori medi d'impedenza di Collettore e di Base in rapporto ai watt massimi erogabili.

Quindi se un transistor alimentato con una tensione **massima** di **18 volt** eroga una **potenza RF** di **7 watt**, l'impedenza del suo **C**ollettore sarà di circa:

[(18 x 18) : (7 + 7)] = 23 ohm

Se un altro transistor alimentato con una tensione **massima** di **15 volt**, eroga sempre una **potenza RF** di **7 watt**, l'impedenza del suo **C**ollettore risulterà di circa:

[(15 x 15) : (7 + 7)] = 16 ohm

Dobbiamo far presente che il valore d'**impedenza** di **C**ollettore, varia non solo al variare della **tensione** di alimentazione ma anche al variare della **frequenza** di lavoro.
Poichè pochi hanno spiegato come si deve procedere per **adattare** due diversi valori d'**impedenza**, è comprensibile che coloro che passano dalla **bassa frequenza** all'**alta frequenza** non riescano a comprendere per quale motivo, **amplificando** un segnale **RF**, la potenza anzichè **aumentare** si **riduca**.

Per spiegarvi che cosa significa **adattare** una **impedenza**, vi proponiamo un esempio **"idraulico"**.
Paragoniamo il transistor ad un contenitore provvisto sull'ingresso di un tubo di **piccolo diametro** perchè **bassa** risulta la sua impedenza e in **uscita** di un tubo di **grande diametro** perchè **alta** risulta la sua impedenza.

È intuitivo che accostando due tubi di diverso **diametro** (vedi fig.391) per far passare dell'**acqua** da un contenitore ad un altro, molta di questa andrà **dispersa**.
Per evitare tale **dispersione**, la soluzione ideale sarebbe quella di utilizzare due tubi dello **stesso** diametro, ma poichè ciò **non** è possibile, è necessario procurarsi dei **raccordi** che provvedano a collegare questi diversi **diametri** (vedi fig.392).

In **alta frequenza** un **raccordo** in grado di adattare una **bassa impedenza** ad un'**alta impedenza** o viceversa, si realizza con due **compensatori** e una **induttanza** (vedi figg.393-394).
I due **compensatori** siglati **C1-C2** vanno rivolti sempre verso l'impedenza **più alta**, mentre l'**induttanza L1** verso quella **più bassa**.

Per conoscere quanta potenza si **perderebbe** in presenza di un **disadattamento** di **impedenza** si può usare questa formula:

[(Z maggiore : Z minore) x 2] – 1

Z = è il valore d'**impedenza** espresso in **ohm**.

Se riprendiamo lo schema riportato in fig.387 che ci permetteva di ottenere in uscita una **potenza** di circa **12,53 watt** e lo montiamo **senza adattare** l'impedenza del **C**ollettore con la **B**ase del successivo transistor amplificatore, potremo calcolare quanta potenza viene **persa**.

Fig.391 Poichè l'impedenza di Collettore è sempre maggiore rispetto a quella di Base del transistor che dovrà amplificare il segnale, non adattando queste due diverse impedenze si avranno sempre delle perdite, come quelle che si avrebbero se, per trasferire dell'acqua da un contenitore all'altro, venissero utilizzati due tubi di diametro diverso.

Zoom

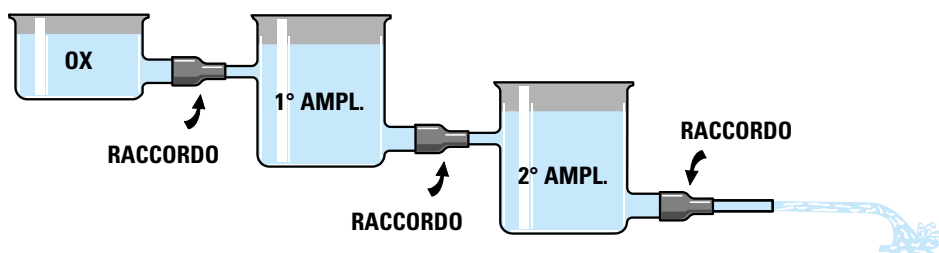



Fig.392 Per evitare tutte queste perdite di trasferimento, dovete usare dei "raccordi" in grado di adattare un diametro maggiore con un diametro minore o viceversa. In alta frequenza, questi raccordi "adattatori d'impedenza" sono sempre composti da due compensatori e una induttanza come potete vedere illustrato nelle figg. 393-394.

Ammesso che l'impedenza d'**uscita** dello **stadio oscillatore** risulti di **130 ohm** e che il segnale venga applicato sulla **B**ase di un **primo** transistor da **1 watt**, che ha una impedenza di circa **70 ohm** come qui sotto riportato:

potenza max del transistor = 1 watt
impedenza Base = 70 ohm
impedenza Collettore = 110 ohm

otterremo un **disadattamento** pari a:

[(130 : 70) x 2] – 1 = 2,7

Collegando l'uscita di questo transistor, che ha una **impedenza** di **110 ohm**, alla **B**ase di un transistor in grado di erogare una potenza **massima** di **2 watt** (vedi fig.397), consultando la **Tabella N.20** scopriremo che esso presenta i seguenti valori d'impedenza:

potenza max del transistor = 2 watt
impedenza Base = 36 ohm
impedenza Collettore = 60 ohm

Collegando i **110 ohm** del **primo** transistor ad un valore di **36 ohm** che è il valore d'impedenza del **secondo** transistor, otterremo un **disadattamento** d'impedenza pari a:

[(110 : 36) x 2] – 1 = 5,11

Se poi aggiungiamo un **terzo** transistor in grado di erogare una potenza **massima** di circa **15 watt**, consultando sempre la **Tabella N.20**, troveremo che questo presenta i seguenti valori d'impedenza:

potenza max del transistor = 15 watt
impedenza Base = 5,0 ohm
impedenza Collettore = 8,0 ohm

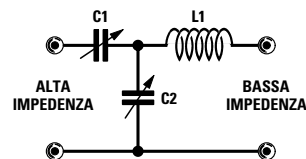



Fig.393 Per adattare un'ALTA impedenza ad una BASSA impedenza, è necessario applicare il segnale sul compensatore C1 e prelevarlo dalla induttanza L1.

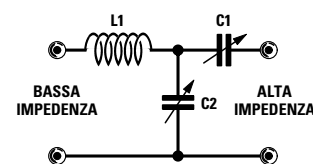



Fig.394 Per adattare una BASSA impedenza ad un'ALTA impedenza, è necessario applicare il segnale sulla induttanza L1 e prelevarlo dal compensatore C1.

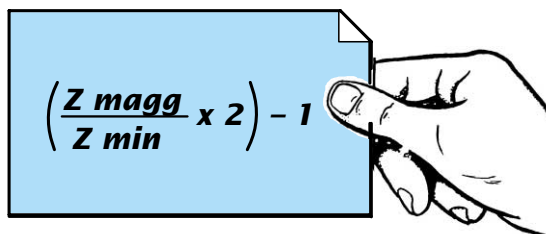



TABELLA N.21

valore SWR o ROS di disadattamento	moltiplicatore per le perdite	valore SWR o ROS di disadattamento	moltiplicatore per le perdite
1,0	0,000	4,6	0,414
1,1	0,002	4,7	0,422
1,2	0,008	4,8	0,430
1,3	0,017	4,9	0,437
1,4	0,030	5,0	0,445
1,5	0,040	5,5	0,479
1,6	0,053	6,0	0,510
1,7	0,067	6,5	0,538
1,8	0,082	7,0	0,563
1,9	0,096	7,5	0,585
2,0	0,111	8,0	0,605
2,1	0,126	8,5	0,623
2,2	0,140	9,0	0,640
2,3	0,155	9,5	0,650
2,4	0,169	10	0,670
2,5	0,184	11	0,695
2,6	0,197	12	0,716
2,7	0,211	13	0,735
2,8	0,224	14	0,751
2,9	0,237	15	0,766
3,0	0,250	16	0,778
3,1	0,260	17	0,790
3,2	0,270	18	0,800
3,3	0,286	19	0,810
3,4	0,298	20	0,819
3,5	0,309	21	0,826
3,6	0,319	22	0,833
3,7	0,330	23	0,840
3,8	0,340	24	0,844
3,9	0,350	25	0,852
4,0	0,360	26	0,857
4,1	0,370	27	0,861
4,2	0,380	28	0,867
4,3	0,390	29	0,870
4,4	0,397	30	0,874
4,5	0,405		

Fig.395 Nella prima colonna di questa Tabella è riportato il valore di SWR o ROS (onde stazionarie) che si ottiene collegando due diversi valori d'impedenza e nella seconda colonna il fattore di moltiplicazione da utilizzare per calcolare le perdite.

Fig.396 Per calcolare il valore di SWR o di ROS potete usare la formula riportata sulla destra, mentre per calcolare il fattore moltiplicatore di perdita potete usare questa formula: (SWR - 1) : (SWR + 1)^2
Esempio: (4,5 - 1) : (4,5 + 1)^2 = 0,4049

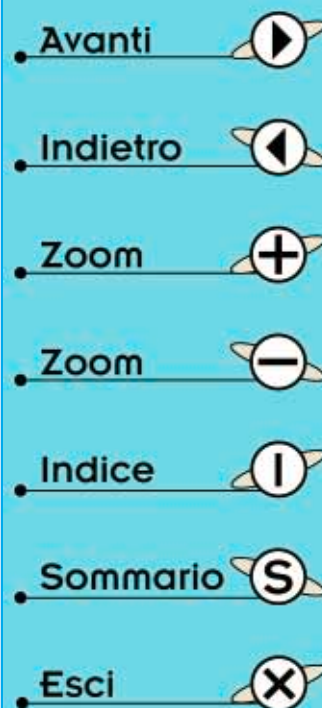
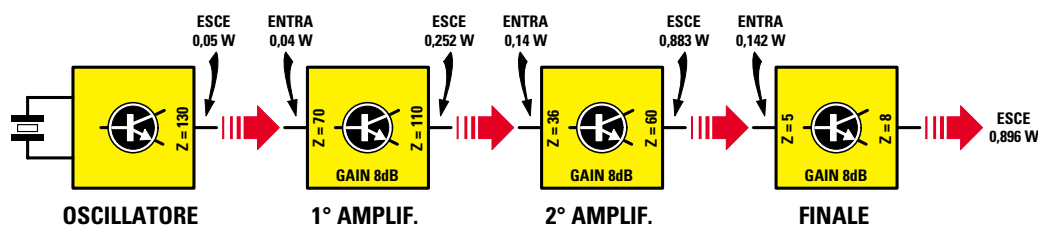



Fig.397 Realizzando lo schema di fig.387 che permetteva di prelevare dall'ultimo transistor una potenza di 12,53 watt, senza adattare nessuna impedenza, dall'ultimo transistor prelevereste solo 0,896 watt, cioè quasi la stessa potenza presente sul Collettore del secondo stadio amplificatore. Nel testo vi spieghiamo come calcolare le perdite causate da un disadattamento d'impedenza.

Se colleghiamo il **C**ollettore del **secondo** transistor che presenta un'impedenza di **60 ohm** alla **B**ase di questo **terzo** transistor che ha una impedenza di **5,0 ohm**, otterremo un **disadattamento** pari a:

[(60 : 5,0) x 2] – 1 = 23

Se ora consultiamo la **Tabella N.21**, dove nella **2° colonna** abbiamo riportato per quale **numero** è necessario **moltiplicare** la potenza erogata per conoscere la potenza che ricaveremo in presenza di un **disadattamento** d'**impedenza**, troveremo:

disadattamento 2,7 = moltiplicare per **0,211**
disadattamento 5,1 = moltiplicare per **0,445**
disadattamento 23 = moltiplicare per **0,840**

Nota: poichè nella **Tabella N.21** manca **5,1** abbiamo scelto il valore **5,0**.

Sapendo che sull'**uscita** dello stadio **oscillatore** è disponibile una potenza di **0,05 watt**, in presenza di un disadattamento d'impedenza di **2,7** perderemo una **potenza** di circa:

0,05 x 0,211 = 0,01 watt

quindi sulla **B**ase del **primo** transistor **non** giungeranno più **0,05 watt** ma soltanto:

0,05 – 0,01 = 0,04 watt

Poichè questo **primo** transistor amplifica il segnale applicato sulla sua **B**ase di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di:

0,04 x 6,31 = 0,252 watt

Collegando l'**uscita** di questo **primo** transistor, che fornisce una potenza di **0,252 watt**, alla **B**ase del **secondo** transistor, che ha una impedenza di **36 ohm**, perderemo una potenza pari a:

0,252 x 0,445 = 0,112 watt

quindi sulla **B**ase di questo **secondo** transistor giungerà una **potenza** di soli:

0,252 – 0,112 = 0,14 watt

Poichè questo **secondo** transistor amplifica il segnale applicato sulla **B**ase di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di:

0,14 x 6,31 = 0,883 watt

Collegando l'**uscita** di questo **secondo** transistor, che fornisce una potenza di **0,883 watt**, alla **B**ase del **terzo** transistor, che ha una impedenza di **5,0 ohm**, perderemo una potenza pari a:

0,883 x 0,840 = 0,741 watt

quindi sulla **B**ase di questo **terzo** transistor giungerà una **potenza** di soli:

0,883 – 0,741 = 0,142 watt

Poichè anche questo **terzo** transistor amplifica il segnale applicato sulla sua **B**ase di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di:

0,142 x 6,31 = 0,896 watt

Con questo esempio vi abbiamo dimostrato che **non adattando** perfettamente l'impedenza del **C**ollettore di un transistor all'impedenza di **B**ase del

transistor amplificatore, si ottengono delle elevate **perdite** di **potenza** e, infatti, sull'uscita del **terzo** transistor anziché ottenere una **potenza** di **12,53 watt** (vedi fig.387) ne otteniamo soltanto **0,896 watt** (vedi fig.397).

Tutte le operazioni riportate, sono calcoli che **non dovrete mai** svolgere, perchè oltre a **non** conoscere esattamente i valori d'impedenza di **B**ase e di **C**ollettore dei transistor utilizzati, vi sono anche tanti altri parametri **sconosciuti**.

Ad esempio, le **capacità interne** del transistor che variano al variare della **frequenza** di lavoro, la **capacità parassita** del circuito stampato e quella dell'**aletta** di raffreddamento, ecc.

Tutti questi problemi vengono risolti dai due compensatori **C1-C2** dei filtri di figg.393-394, che, una volta **tarati**, permettono di adattare in modo perfetto l'impedenza di **C**ollettore, che è **sconosciuta**, al valore d'impedenza di **B**ase anch'esso **sconosciuto**.

COLLEGARE un Collettore alla Base di un transistor amplificatore

Guardando la **Tabella N.20** appare evidente che il valore d'impedenza di **C**ollettore di un transistor risulta sempre **maggiore** rispetto all'impedenza di **B**ase del transistor utilizzato per amplificare il segnale **RF**.

Anche se **non** conosciamo il valore d'impedenza di **C**ollettore e nemmeno quello di **B**ase del transistor, per **adattarli** è sufficiente collegare il **filtro** come illustrato in fig.398.

Verso il **C**ollettore che ha una impedenza **maggiore**, va collegato il condensatore **C1**, mentre verso la **B**ase del transistor amplificatore che ha una impedenza **minore**, va collegata la bobina **L1**.

Per sapere quando questi due valori d'**impedenza** risultano perfettamente **adattati**, si procede normalmente per via **sperimentale**.

In **serie** al **C**ollettore del transistor amplificatore si collega un **milliamperometro** (vedi fig.399), poi si **tarano** i due compensatori **C1-C2** fino a trovare la capacità che fa assorbire al transistor la sua **massima corrente**.

Riferendoci all'esempio dei **tubi** idraulici di fig.392, possiamo affermare che il compensatore **C1** serve per adattare il **filtro** al diametro **maggiore**, mentre il compensatore **C2** serve per adattare il **filtro** al diametro **minore**.

La **bobina L1** collegata verso la **B**ase serve per accordare la **frequenza** di lavoro.

Infatti, come vi abbiamo spiegato a proposito dell'oscillatore a quarzo siglato **LX.5038** pubblicato nella **Lezione N.25**, se questa **bobina** non ha i **microhenry** richiesti, anzichè sintonizzarsi sulla frequenza **fondamentale** può sintonizzarsi su una frequenza **armonica**, cioè su una frequenza **doppia** rispetto alla **fondamentale**.

Questa caratteristica può essere sfruttata solo nel caso si voglia **duplicare** la **frequenza** prelevata dall'uscita dello **stadio oscillatore**.

Ad esempio, per trasmettere sulla frequenza di **96 MHz**, potremo utilizzare un **quarzo** che oscilli sui

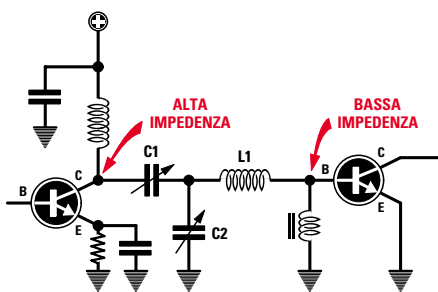



Fig.398 Per trasferire il segnale prelevato da un Collettore verso la Base di un transistor amplificatore, dovete rivolgere il compensatore C1 verso il Collettore e la induttanza L1 verso la Base.

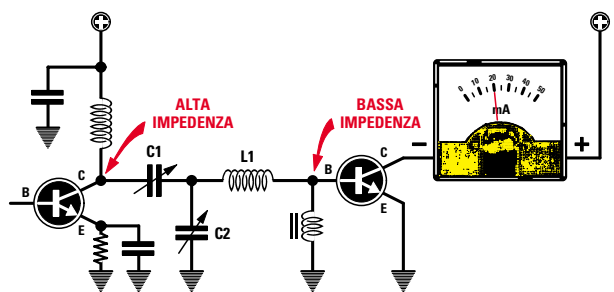



Fig.399 Per sapere in quale posizione ruotare i compensatori C1-C2, basta collegare al Collettore del transistor un milliamperometro. I due compensatori vanno ruotati fino a trovare la posizione in cui il transistor assorbirà la massima corrente.

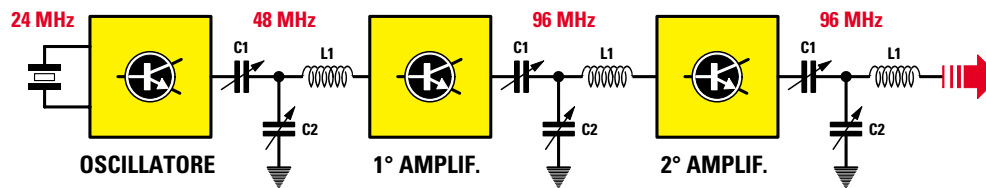



Fig.400 Se la bobina L1 ha un numero insufficiente di spire, anzichè accordarsi sulla frequenza fondamentale si accorderà su una frequenza armonica. Questa caratteristica può essere utilizzata per "duplicare" una frequenza. Ad esempio, nel caso di uno stadio oscillatore che genera una frequenza di 24 MHz, se userete una bobina L1 con poche spire potrete accordare il primo filtro sui 48 MHz, quindi potrete accordare il secondo e terzo filtro sui 96 MHz. Tarando un filtro su una frequenza armonica, sull'uscita otterrete una potenza minore rispetto a quella che otterreste se questi filtri venissero tarati sulla frequenza fondamentale generata dallo stadio oscillatore.

24 MHz, poi tarare il primo filtro sulla frequenza di **24+24 = 48 MHz** ed il secondo e terzo filtro sulla frequenza di **48+48 = 96 MHz** (vedi fig.400).

Calcolare il valore della **induttanza** di un **filtro adattatore** è alquanto difficile, perchè non si conoscono quasi mai il valore d'**impedenza** di **C**ollettore e di **B**ase dei transistor utilizzati.

Per risolvere questo problema, anzichè perdere tempo in complessi calcoli matematici che alla fine danno sempre dei **dati** molto **approssimativi**, anche i più **esperti** utilizzano il sistema **sperimentale** che risulta più semplice e preciso.

In pratica si parte con un **filtro** composto da due **compensatori** da **500 pF** ed una **bobina** provvista di **20 spire** realizzate con un filo di rame da **1 mm** avvolto su un diametro di **12-15 mm**.

Ruotando i due **compensatori** si verifica se con questo **filtro** si riesce a far assorbire al transistor la **massima corrente** (vedi fig.399).

Nel caso di esito negativo, si **riduce** il numero delle spire da **20** a **18**, poi a **15**, ecc.

Ammesso che si riesca a far assorbire al transistor la **massima** corrente con **6 spire** e ruotando **C1-C2** sui **100 pF** circa, si realizza un **secondo** filtro, inserendo una **bobina** con sole **6 spire** e due compensatori da **100 pF**.

Facciamo presente a chi monterà un qualsiasi trasmettitore, che **non** dovrà mai eseguire queste operazioni, perchè nell'elenco **componenti** troverà sempre indicate le **capacità** da utilizzare per i due **compensatori** e quante **spire** avvolgere per realizzare la **bobina** di accordo.

ADATTARE un transistor FINALE su un'impedenza di 50-75 ohm

Consultando la **Tabella N.20** si può notare che il valore d'impedenza di **C**ollettore di un transistor, risulta sempre **minore** rispetto ai **50-75 ohm** del **cavo coassiale** che viene poi utilizzato per inviare il segnale verso l'**antenna** trasmittente.

Anche se **non** conosciamo il valore d'impedenza di **C**ollettore del transistor utilizzato, sappiamo già che questa deve essere **aumentata** e per farlo è necessario collegare il **filtro** come visibile in fig.401.

In pratica, dovremo collegare la bobina **L1** al **C**ollettore e il condensatore **C1** verso l'**uscita**.

Per sapere se il nostro **filtro** riesce ad **adattare** la **bassa** impedenza di **C**ollettore su un valore di **50-51 ohm**, basta collegare all'uscita la **sonda** di **carico LX.5037** che vi abbiamo presentato nelle **Lezioni N.24-25**.

Facciamo presente che la sonda **LX.5037** accetta sull'ingresso una **potenza massima** di **1 watt**, quindi per misurare delle potenze **maggiori** è necessario sostituire le due resistenze d'ingresso da **100 ohm 1/2 watt** con altre di potenza **superiore**, che ci permettano di ottenere nuovamente un valore ohmico di circa **50-51 ohm**.

Ad esempio, per misurare una **potenza** massima di **5 watt** potremo collegare in parallelo **3** resistenze a **carbone** da **150 ohm 2 watt**, infatti:

150 : 3 = 50 ohm

Non si può comunque escludere che, a causa del-

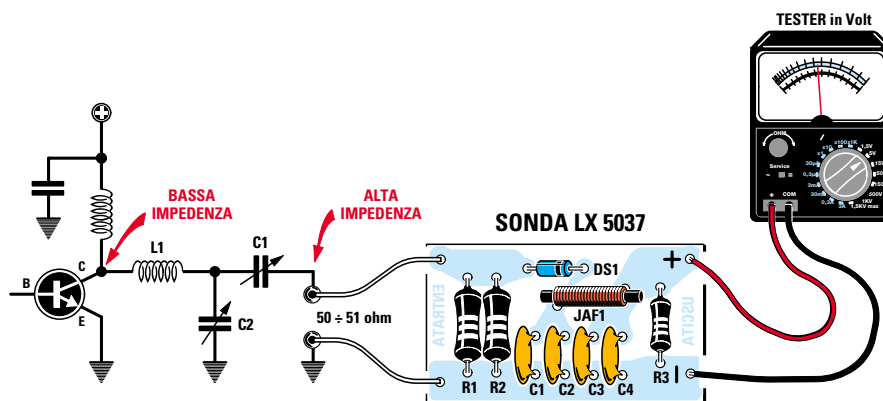



Fig.401 Per adattare l'impedenza d'uscita di un transistor sul valore di 50-75 ohm del cavo coassiale, dovete collegare la bobina L1 verso il Collettore e il compensatore C1 verso una Sonda di Carico che presenti sull'ingresso una resistenza da 50 o 75 ohm.

le **tolleranze** che hanno sempre tutte le resistenze, si ottenga un valore di **49** o **51 ohm**, ma ciò non è un problema.

Non dovete mai sostituire queste resistenze a **carbone** con delle resistenze a **filo**, perchè il loro filo interno al **nichel-cromo**, risultando sempre avvolto a **spirale**, si comporta come una **bobina**: di conseguenza, tarando i **compensatori** presenti nel filtro **adattatore**, la frequenza d'uscita viene accordata sui **microhenry** di questa **bobina**.

Non conoscendo il valore d'impedenza di **C**ollettore del transistor e nemmeno i valori della **capacità parassita** del circuito stampato e dell'**aletta** di **raffreddamento**, ecc., vi renderete conto che calcolare il valore di **L1** in **microhenry** non è semplice, quindi vi conviene sempre procedere per via **sperimentale**.

In pratica si deve realizzare un **filtro** utilizzando due **compensatori** da **500 pF** e una **bobina** composta da **20 spire** con filo di rame da **1 mm** avvolta in aria su un diametro di **10-12 mm**.

Ruotando i due **compensatori** si cercherà di ottenere sull'uscita la **massima tensione** (fig.401).

Se sul **tester** leggeremo una tensione minore dei **watt richiesti**, dovremo **ridurre** sperimentalmente il numero delle spire.

Se constatiamo che la **massima** tensione si ottiene con **10 spire** e con due capacità di circa **80 pF**, dovremo rifare un **secondo filtro** utilizzando una bobina con sole **10 spire** e due compensatori che abbiano una capacità di **100 pF**.

Maggiore è la **tensione** che leggeremo sulla **sonda** di **carico**, maggiore risulterà la **potenza RF** che preleveremo dall'uscita del transistor.

Come già saprete, la **formula** per calcolare la **potenza** d'uscita è la seguente:

watt efficaci = [(volt x volt) : (R + R)]

volt = è il valore di tensione misurata sul **tester** collegato alla **sonda** di **carico**.

R = è il valore **ohmico** della **resistenza** collegata all'ingresso della **sonda** di **carico**. Se tale resistenza è di 50 ohm, poichè questo valore va **raddoppiato** otterremo **50 + 50 = 100**, quindi la nostra formula può essere semplificata come segue:

watt = [(volt x volt) : 100]

Pertanto, se sul **tester** leggeremo **17,5 volt**, possiamo affermare che questo transistor fornisce in uscita una **potenza** di circa:

[(17,5 x 17,5) : 100] = 3 watt

Se invece leggeremo una tensione di **20 volt**, questo transistor fornisce una **potenza** di circa:

[(20 x 20) : 100] = 4 watt

Per calcolare la **potenza RF** che un transistor finale è in grado di erogare si potrebbe usare anche questa formula (vedi fig.403):

watt = (mA x volt) : 1.000

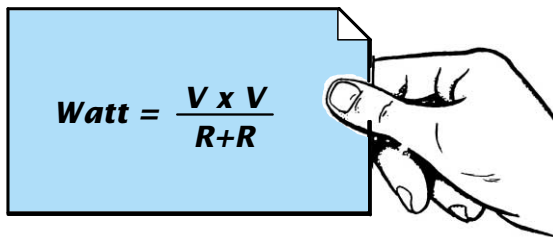
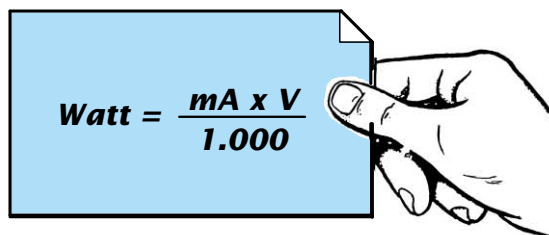



**Fig.402 Leggendo i volt che fuoriescono dalla sonda di carico (vedi fig.401), potete calcolare la potenza in watt utilizzando la formula qui riportata.
Il valore R espresso in ohm, è quello della resistenza applicata sull'ingresso della sonda di carico (50 o 75 ohm).**

**Fig.403 Se conoscete quanti mA assorbe lo stadio finale e i volt di alimentazione, potete calcolare i watt erogati utilizzando questa formula.
Poichè il rendimento di un transistor non supera mai l'80%, la potenza calcolata va moltiplicata per 0,8.**

ma poichè il **rendimento** di un transistor non supera mai l'**80%** della potenza assorbita, i **watt** calcolati vanno moltiplicati per **0,8**.

Quindi se abbiamo un transistor che alimentato con **12 volt** assorbe **420 mA**, in **teoria** questo dovrebbe fornire una potenza di:

(420 x 12) : 1.000 = 5,04 watt

Considerando un **rendimento** dell'**80%**, la **reale potenza** che otterremo si aggirerà intorno ai:

5,04 x 0,8 = 4 watt

IL TRANSISTOR amplificatore di POTENZA

Per elevare la **debole potenza** erogata da uno **stadio oscillatore**, prima di scegliere un transistor **amplificatore** è necessario conoscere questi **dati**:

1° - massima **frequenza** di lavoro in **MHz**
2° - massima **potenza** fornita in uscita in **watt**
3° - massima **tensione** da applicare sul **C**ollettore
4° - massimo **guadagno** del transistor in **dB**

FREQUENZA DI LAVORO

Il transistor da utilizzare deve essere scelto con una **frequenza** di **taglio maggiore** rispetto alla frequenza che si desidera amplificare.
La **frequenza** di **taglio** è la frequenza **limite** che il transistor riesce ad **amplificare**.

Quindi per amplificare una **frequenza** di **30 MHz**, bisogna scegliere un transistor che abbia una frequenza di **taglio** di circa **60-70 MHz**.
Per amplificare una **frequenza** di **100-150 MHz**, bisogna scegliere un transistor che abbia una frequenza di **taglio** di circa **200-300 MHz**.

POTENZA FORNITA IN USCITA

Nelle specifiche di un transistor **RF** dovrebbe sempre essere riportata, sotto la voce **Output Power**, la massima **potenza RF** in **watt** che questo è in grado di erogare.

Non confondete l'**Output Power** con la voce **Total Device Dissipation**, anch'essa espressa in **watt**, perchè questa è la massima potenza che può dissipare il **corpo** del transistor in **calore**.

Per avere un buon margine di sicurezza, conviene sempre scegliere un transistor che riesca a fornire in uscita una potenza **maggiore** del richiesto.

Per prelevare una potenza di **3 watt**, conviene sempre scegliere un transistor in grado di erogare una potenza massima di **4-5 watt**.
Nel caso di un transistor da **3 watt**, ammesso che la potenza in uscita per un qualsiasi motivo superi i **3,5 watt**, non bisognerà stupirsi se dopo **pochi secondi** il transistor si **danneggerà**.

Per prelevare una potenza di **3 watt**, potremo an-

che scegliere dei transistor da **15-20 watt** che presentano il vantaggio di **non** danneggiarsi se inavvertitamente viene tolto il **carico** dalla loro uscita.
Se scegliete un transistor da **15-20-30 watt** non pensate di prelevare dalla sua **uscita** queste potenze, perchè come vi spiegheremo, tutto dipende dal suo **guadagno** in **dB** e dalla **potenza** che viene applicata sulla sua **B**ase.

TENSIONE DI LAVORO

Questo dato ci indica qual è la **massima** tensione che possiamo applicare sul **Collettore** di un transistor **RF** per **non** danneggiarlo.

Come noterete, alcuni transistor possono essere alimentati con tensioni di **15-18 volt** ed altri con tensioni di **24-30 volt**.

Se viene **modulato** in **frequenza**, cioè in **FM**, può essere utilizzato qualsiasi tipo di transistor purchè **non** si superi la sua tensione di alimentazione: quindi un transistor da **18 volt** può essere alimentato con una tensione massima di **18 volt** ed un transistor da **30 volt** può essere alimentato con una tensione massima di **30 volt**.

Se viene **modulato** in **ampiezza**, cioè in **AM**, si devono utilizzare **solo** dei transistor che possano essere alimentati con una tensione di **24-30 volt**, però sul loro **C**ollettore è necessario applicare una tensione che risulti pari alla **metà** della **massima** tensione di lavoro.

Quindi un transistor che richieda una tensione **max** di **24 volt**, andrà alimentato con **12 volt**, mentre un transistor che richieda una tensione **max** di **30 volt**, andrà alimentato con una tensione di **15 volt**.
La ragione per la quale è necessario alimentarli con una tensione **dimezzata** è presto spiegata.

Quando un transistor finale viene **modulato** in **ampiezza**, il segnale **BF** si somma al segnale **RF**, quindi la tensione presente sul **C**ollettore **raddoppia** come evidenziato in fig.406.

GUADAGNO in dB

Questo dato, sempre espresso in **dB** con la voce **Gain Power RF** o **Gpe**, indica di quante volte viene amplificata la **potenza** applicata sulla **B**ase di un transistor **RF**.
Se abbiamo due transistor in grado di erogare entrambi una **potenza** di **20 watt**:

transistor da 20 watt — Gain Power 7 dB
transistor da 20 watt — Gain Power 12 dB

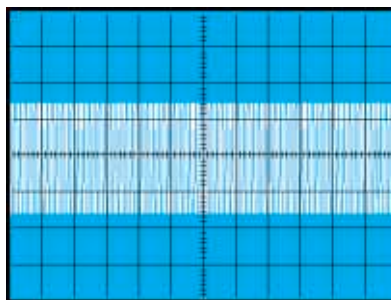



Fig.404 Se il trasmettitore viene modulato in FM, potete alimentare i transistor con la loro massima tensione di lavoro, perchè la modulazione farà variare la sola frequenza, ma non i volt sul Collettore del transistor.

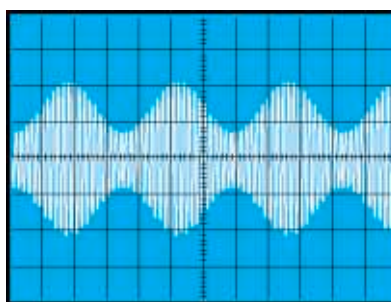



Fig.405 Se il trasmettitore viene modulato in AM, dovete alimentare il transistor finale con una tensione che risulti pari alla METÀ della sua tensione massima di lavoro, perchè la modulazione farà aumentare i volt sul Collettore.

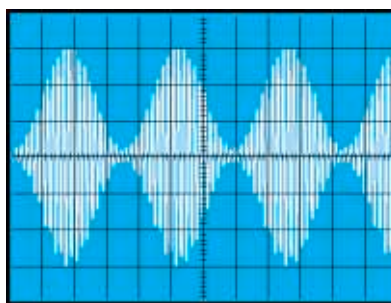



Fig.406 Quando un transistor finale viene modulato in AM, la tensione del segnale BF si somma a quella già presente sul Collettore, quindi se il transistor viene alimentato con 15 volt, sul suo Collettore giungeranno 30 volt.

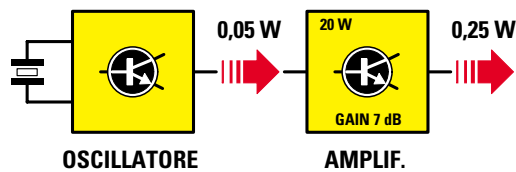



Fig.407 Applicando una potenza di 0,05 watt sull'ingresso di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di 7 dB, dall'uscita preleverete 0,25 watt.

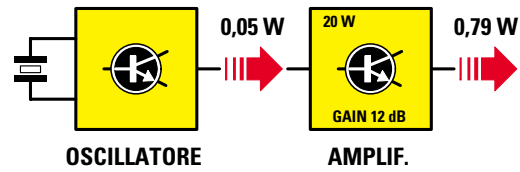



Fig.408 Applicando una potenza di 0,05 watt sull'ingresso di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di 12 dB, dall'uscita preleverete 0,79 watt.

per conoscere quale **differenza** esiste tra essi, è sufficiente consultare la **Tabella N.22** dei **dB** ed individuare nella **2°** colonna il **numero** per il quale è necessario **moltiplicare** la **potenza** applicata sulle loro **B**asi:

TABELLA N.22

Gain Power	Fattore di moltiplicazione
6 dB	3,98
7 dB	5,00
8 dB	6,31
9 dB	7,94
10 dB	10,00
11 dB	12,59
12 dB	15,87
13 dB	19,92
14 dB	25,12
15 dB	31,62

Se colleghiamo il transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **7 dB** all'uscita di uno **stadio oscillatore** che eroga **0,05 watt** (vedi fig.407), dal suo **C**ollettore preleveremo una **potenza** massima di:

0,05 x 5,00 = 0,25 watt

Se all'uscita dello **stadio oscillatore** colleghiamo il transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **12 dB** (vedi fig.408), dal suo **C**ollettore preleveremo una **potenza** massima di:

0,05 x 15,87 = 0,79 watt

cioè una potenza **tripla** rispetto a quella fornita dal transistor con un **guadagno** di soli **7 dB**.

Il **guadagno** in **dB** ci permette di conoscere anche quanti **watt** dovremo applicare alla **B**ase del transistor per ottenere in uscita la **max potenza**.

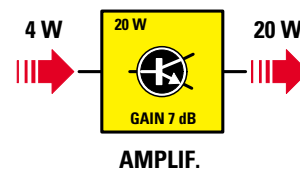



Fig.409 Per prelevare la massima potenza dall'uscita di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di soli 7 dB, dovete applicare sul suo ingresso una potenza di 4 watt.

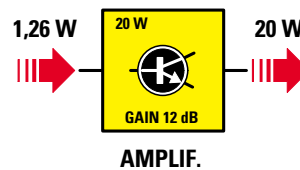



Fig.410 Per prelevare la massima potenza dall'uscita di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di 12 dB, dovete applicare sul suo ingresso una potenza di soli 1,26 watt.

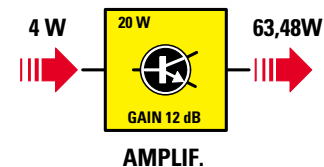



Fig.411 Se sull'ingresso di un transistor da 20 watt che guadagna 12 dB, applicate 4 watt, in teoria dovreste ottenere 63,48 watt, ma poichè il transistor può dissipare un massimo di 20 watt, si brucerà all'istante.

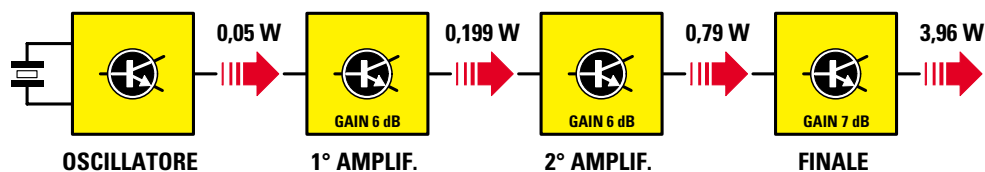



Fig.412 Conoscendo il guadagno in dB di uno stadio amplificatore, potete calcolare quanti watt riuscirete a prelevare dalla sua uscita. Se lo stadio oscillatore eroga 0,05 watt e il primo stadio guadagna 6 dB, dalla sua uscita preleverete 0,199 watt, se il secondo stadio guadagna sempre 6 dB, dalla sua uscita preleverete 0,79 watt e se l'ultimo stadio guadagna 7 dB, dalla sua uscita preleverete 3,96 watt.

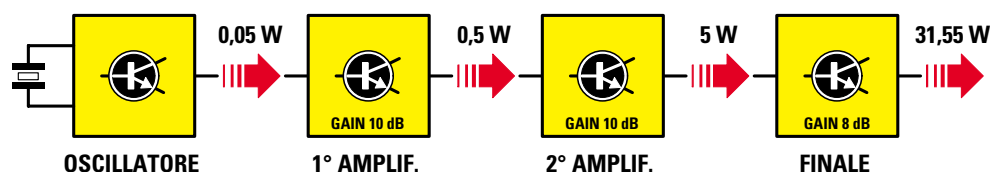



Fig.413 Utilizzando dei transistor con un guadagno maggiore, in uscita otterrete una potenza maggiore. Se il primo stadio, anzichè guadagnare 6 dB ne guadagna 10, dalla sua uscita preleverete 0,5 watt, se il secondo stadio guadagna nuovamente 10 dB, dalla sua uscita preleverete 5 watt e se l'ultimo stadio guadagna solo 8 dB, dalla sua uscita preleverete ben 31,55 watt (vedi Tabella N.22).

Nel caso del transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **7 dB** (vedi fig.409), per ottenere in uscita questa **potenza** dovremo applicare sulla sua **Base** un segnale di: **20 : 5,00 = 4 watt**

Nel caso del transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **12 dB** (vedi fig.410), per ottenere in uscita questa **potenza** dovremo applicare sulla sua **Base** un segnale di: **20 : 15,87 = 1,26 watt**

Come avrete notato, maggiore è il **guadagno** in **dB** di un transistor, **minore** è la potenza da applicare sulla sua **B**ase per ottenere in uscita la **massima** potenza. Se sulla **B**ase del transistor che ha un **guadagno** di **7 dB** applichiamo un segnale di **1,26 watt**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di: **1,26 x 5,00 = 6,3 watt**

Se sulla **B**ase del transistor con **guadagno** di **12 dB** applichiamo un segnale di **4 watt**, in teoria dovremmo prelevare: **4 x 15,87 = 63,48 watt** (vedi fig.411).

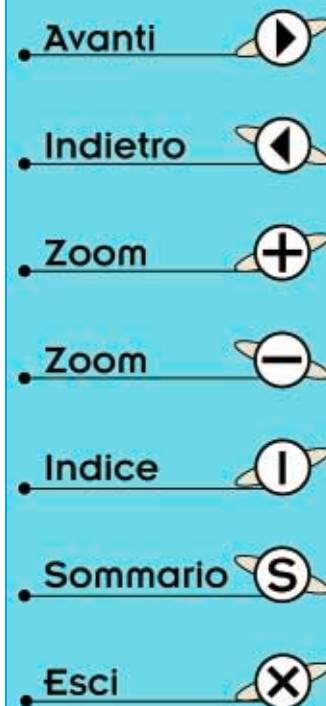
Poichè sappiamo che il transistor prescelto non è in grado di erogare più di **20 watt**, se applichiamo sulla sua **B**ase questo **eccesso** di potenza, lo metteremo subito **fuori uso**.

Infatti, se paragoniamo un **transistor** ad una **lampadina** e la **potenza** di pilotaggio alla **tensione** che occorre applicare sul suo **filamento**, è intuitivo dedurre che se alimentiamo una lampadina da **12 volt** con una tensione **maggiore**, questa non potrà resistere per molto tempo, quindi si **brucerà**.

GLI ULTIMI CONSIGLI

Sull'estremità dell'**impedenza** o della **bobina** che fa capo al **C**ollettore di un transistor (vedi fig.414) sono sempre presenti più **condensatori** collegati verso **massa**.

Le estremità di questi condensatori **non** vanno mai collegate ad una **massa qualsiasi** del circuito stampato, ma sempre alla pista di **massa** alla quale è collegato l'**E**mettitore del transistor amplificatore (vedi fig.415).
Infatti, collegando uno di questi condensatori ad una qualsiasi pista di **massa**, tutti i **residui RF** potrebbero giungere sulle **B**asi o sui **C**ollettori degli altri transistor amplificatori, generando dei **battimenti** o delle **autoscillazioni**.

Come avrete intuito, questi condensatori servono

per **scaricare** a **massa** qualsiasi **residuo RF** risulti presente dopo l'impedenza o la bobina.

Come noterete, anzichè utilizzare un solo condensatore per **scaricare** a massa questi **residui RF**, si utilizzano sempre due o tre condensatori di diversa capacità collegati in **parallelo**, ad esempio **100.000 - 1.000 - 100 pF** (vedi fig.414), e probabilmente a questo proposito qualcuno si chiederà il motivo di questi **paralleli**.

Nella **Lezione N.9**, dove abbiamo parlato della **reattanza** dei condensatori, vi abbiamo spiegato che la loro **XC** espressa in **ohm** varia al variare della **capacità** e anche della **frequenza** di lavoro come conferma la formula:

XC ohm = [159.000 : (MHz x pF)]

Quindi nel caso i tre condensatori, uno da **100 pF**, uno da **1.000 pF** ed uno da **100.000 pF**, utilizzati per scaricare a **massa** tutte le **frequenze residue**, questi si comportano come se fossero delle **resistenze** con i seguenti valori **ohmici**:

100 pF = XC pari a **53 ohm**
1.000 pF = XC pari a **5,3 ohm**
100.000 pF = XC pari a **0,053 ohm**

Di primo acchito si potrebbe pensare che già il solo condensatore da **100.000 pF**, che ha una irrisoria **XC** di **0,053 ohm**, sia più che sufficiente per scaricare a **massa** qualsiasi **residuo RF**.

Forse pochi sanno che in un condensatore esiste la **ESR** (**E**quivalente **S**erie **R**esistenza), che si può considerare una **resistenza teorica** posta in serie alla sua **capacità** (vedi fig.417).

Purtroppo, questo valore **ohmico ESR** aumenta con l'**aumentare** della **capacità** come qui sotto riportato:

100 pF = ESR pari a **0,053 ohm**
1.000 pF = ESR pari a **5,3 ohm**
100.000 pF = ESR pari a **53 ohm**

Nota: i valori **ohmici ESR** riportati sono **teorici** e servono solo per dimostrarvi che un condensatore di **elevata capacità** ha un **ESR maggiore** rispetto ad un condensatore di capacità **minore**.

Quindi un condensatore da **100.000 pF** che ha una **ESR** di **53 ohm**, offre una resistenza **maggiore** alla **RF** rispetto ad un condensatore da **100 pF**, che ha una **ESR** di soli **0,053 ohm**.

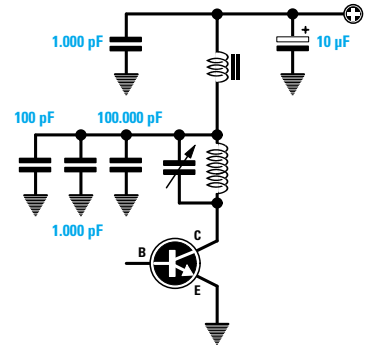



Fig.414 Sull'estremità della bobina di accordo di uno stadio amplificatore, troverete sempre più condensatori di diversa capacità, tutti collegati a massa.

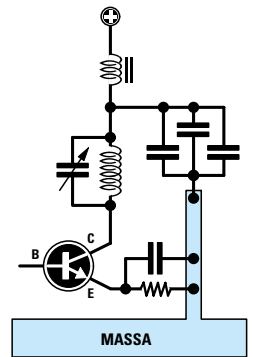



Fig.415 Le estremità di questi condensatori vanno sempre collegate alla stessa pista di massa che va ad alimentare l'Emettitore del transistor.

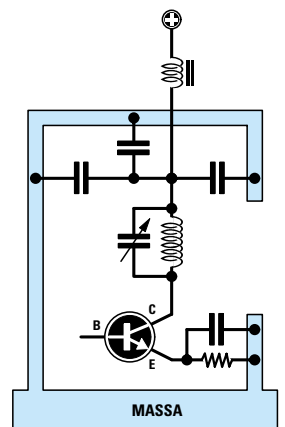



Fig.416 Collegando questi condensatori a piste di massa molto lontane da quelle che alimentano l'Emettitore, il transistor può facilmente autoscillare.

Collegando in **parallelo** due o più condensatori di diversa capacità, ogni **residuo RF** che non venga **scaricato** a **massa** dal condensatore di **maggiore capacità** per la sua elevata **ESR**, verrà scaricato dal condensatore di **minore capacità** perchè minore risulterà la sua **ESR**.

Tutti i condensatori da utilizzare per **scaricare** a massa ogni **residuo RF**, devono avere una tensione di lavoro **non** minore di **100 volt**.

Usando dei condensatori con tensioni **minori**, questi si **surriscalderanno** generando delle **perdite** di potenza.

Per concludere aggiungiamo che il transistor **finale** di potenza **non** deve mai funzionare senza **carico**, quindi alla sua uscita dovrà sempre risultare collegata una **sonda** di **carico** da **50-75 ohm** o un **cavo coassiale** che porti il segnale RF verso l'**antenna trasmittente**.

Se sull'uscita del transistor **finale non** è presente nessun **carico**, questo potrebbe **autodistruggersi** dopo **pochi** secondi di funzionamento.

Per dimostrarvi che l'**alta frequenza** non è poi così difficile come inizialmente supponevate, vi faremo montare un piccolo trasmettitore sui **27 MHz**, cioè sulla gamma **CB** e vedrete che riuscirete a farlo funzionare senza incontrare nessuna difficoltà.

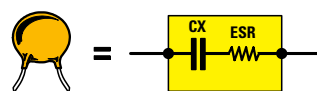



Fig.417 Ricordatevi che ogni condensatore ha una sua resistenza teorica, ESR, che varia al variare della frequenza di lavoro.

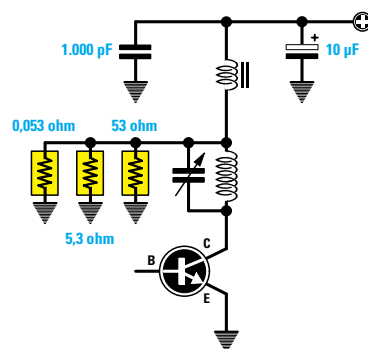
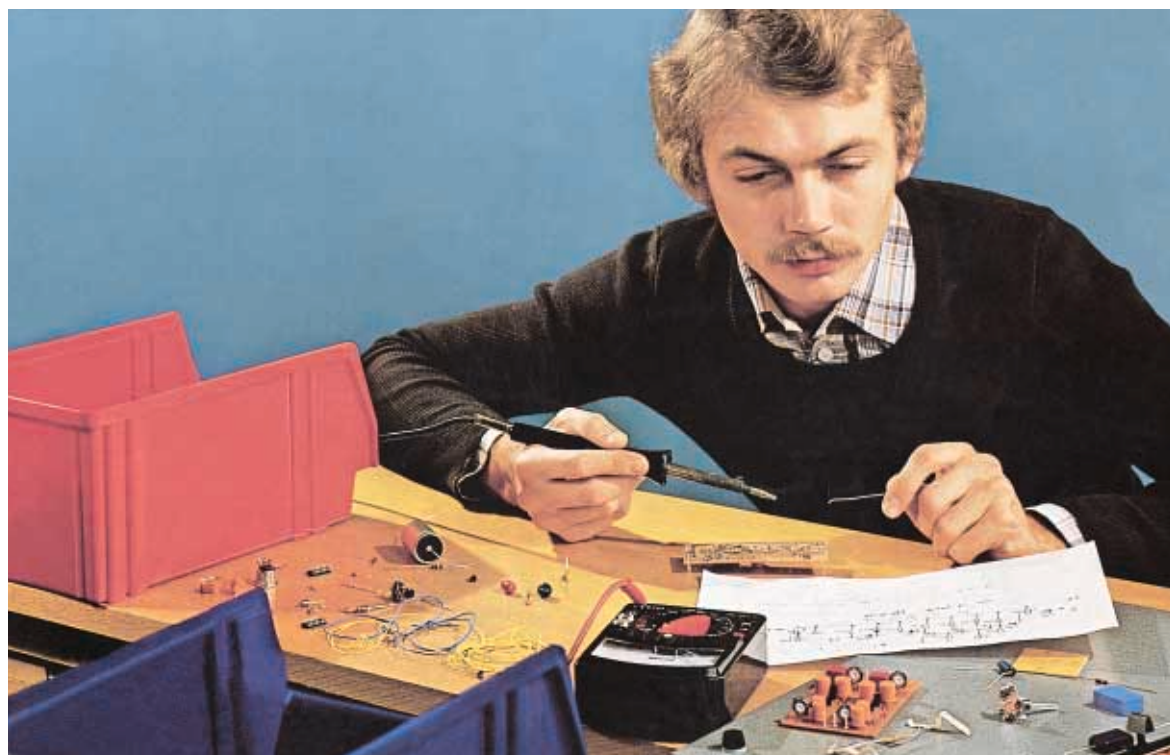



Fig.418 Collegando in parallelo più condensatori di diversa capacità, si riduce il valore totale di questa ESR.

TRASMETTITORE sui 27 MHz modulato in AM

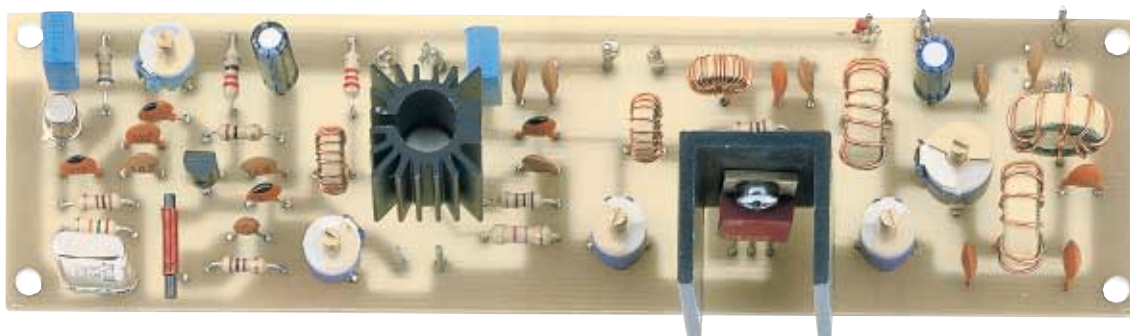



Fig.419 Poichè la sola teoria non è sufficiente a comprendere come si comporta uno stadio amplificatore RF, vi spiegheremo come montare un piccolo trasmettitore in gamma 27 MHz ed anche come tararlo per ottenere in uscita la sua massima potenza.

Questo trasmettitore, progettato per la gamma dei **27 MHz**, potrà esservi utile per collegarvi con eventuali **CB** presenti nel vostro circondario.

Se ancora non avete un **ricevitore** per la gamma **CB**, sappiate che nella prossima Lezione vi presenteremo un semplice **convertitore** che, collegato alla presa **antenna** di una qualsiasi supereterodina per **onde medie**, vi consentirà di captare tutti i **CB** che trasmettono entro un raggio di **30 Km**.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema elettrico di questo trasmettitore, completo del relativo elenco componenti, appare riprodotto in fig.421.
Iniziamo a descriverlo dallo **stadio oscillatore** composto dal transistor **TR1** e dal fet **FT1**, che, come noterete, è identico agli schemi riportati nelle figg.337-344 della **Lezione N.25**.

In questo **stadio oscillatore** manca il **trimmer R1**, che negli schemi della Lezione N.25 utilizzavamo solo per tarare l'assorbimento di **TR1** sui **10 mA**.

Questo trimmer è stato sostituito con una resistenza fissa da **68.000 ohm** (vedi **R1**), perchè questo valore ci permette di far assorbire al transistor **TR1** i richiesti **10 mA**.

Il segnale **RF** presente sul terminale **S**ource del fet **FT1**, viene applicato sulla **B**ase del transistor amplificatore **TR2** per mezzo del **filtro C7-C9-L1** che, come avrete intuito, serve per **adattare** l'impedenza d'uscita del fet all'impedenza di **B**ase del transistor **TR2**.

Rispetto al filtro riprodotto in fig.393, noterete che il **primo** compensatore è stato sostituito con un condensatore fisso da **56 pF** (vedi **C7**), perchè in fase di collaudo abbiamo appurato che con questa **capacità** si riesce ad adattare in modo perfetto l'impedenza del fet a quella del transistor.

È invece presente il **secondo** compensatore **C9**, che ci serve per correggere le eventuali **tolleranze** della bobina **L1**.

Guardando lo schema **pratico** di montaggio di

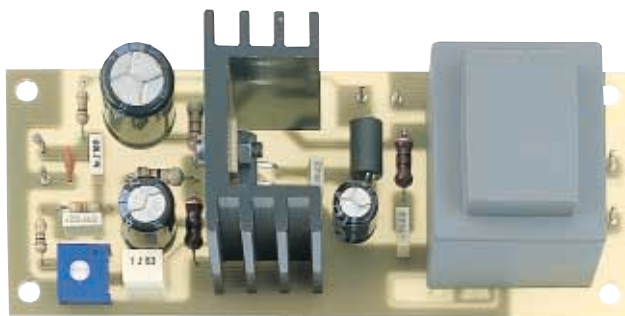



Fig.420 Il trasmettitore riprodotto in fig.419 irradia solo un segnale RF, quindi se volete inviare a distanza la vostra voce o della musica dovete completarlo con questo stadio modulatore.
Nel testo vi spieghiamo come realizzarlo e come collegarlo al trasmettitore per poterlo modulare in AM.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

fig.429, noterete che la bobina **L1** anzichè essere avvolta in **aria**, è avvolta sopra un piccolo nucleo **toroidale** in ferrite.

Per sostituire la bobina avvolta in **aria** con una avvolta su un nucleo **toroidale**, ne abbiamo inizialmente inserito una costituita da **20 spire** avvolta in **aria**, poi, in fase di collaudo, abbiamo iniziato a **togliere** delle spire fino a quando non siamo riusciti ad adattare perfettamente l'**impedenza** del fet a quella del transistor.
Ottenuta questa condizione, abbiamo tolto la bobina avvolta in **aria** e con un preciso **impedenzimetro** abbiamo misurato il suo esatto valore in **microhenry**.

Dopodichè abbiamo avvolto su un **nucleo toroidale** idoneo un certo numero di spire, in modo da ottenere lo stesso valore in **microhenry**.
Proseguiamo nella nostra descrizione dicendo che il transistor **TR2**, scelto come **primo** stadio amplificatore, è un **NPN** tipo **2N4427** che presenta le seguenti caratteristiche:

tensione alimentazione	**= 20 volt**
max corrente Collettore	**= 400 mA**
massima potenza RF	**= 1 watt**
frequenza taglio	**= 200 MHz**
guadagno in potenza	**= 11 dB circa**

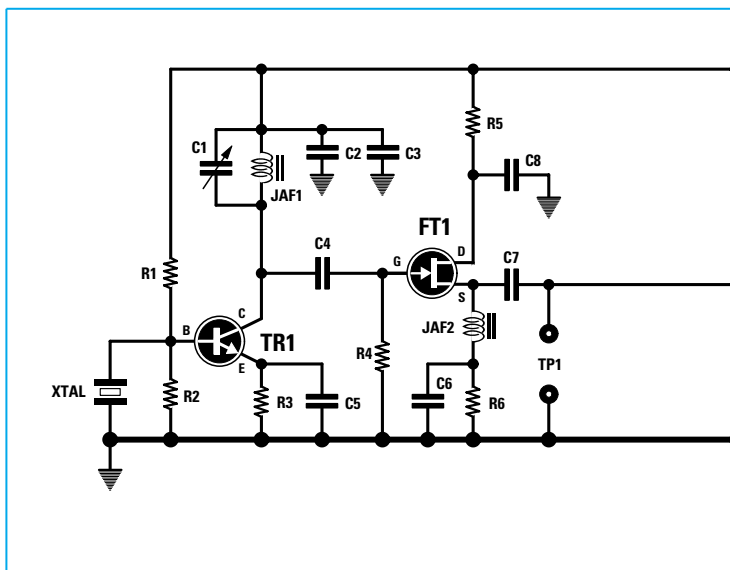
Sapendo che lo **stadio oscillatore** fornisce in uscita una **potenza** di circa **0,05 watt**, utilizzando un transistor che ha un **guadagno** di **11 dB** riusciremo a prelevare dal suo Collettore una **potenza** di circa:

0,05 x 12,59 = 0,629 watt

Infatti, come appare evidenziato nella **Tabella N.22**, utilizzando un transistor che **guadagna 11 dB**, la potenza applicata sulla sua **B**ase va moltiplicata per **12,59**.

Per **aumentare** questa potenza di **0,629 watt** è necessario amplificarla con un secondo transistor e, a tale scopo, abbiamo utilizzato un **NPN** tipo **D44C8** che presenta le seguenti caratteristiche:

tensione alimentazione	**= 60 volt**
max corrente Collettore	**= 4 amper**
massima potenza RF	**= 20 watt**
frequenza taglio	**= 35 MHz**
guadagno in potenza	**= 9 dB** circa

Per adattare l'**impedenza** di **C**ollettore del transistor **TR2** all'**impedenza** di **B**ase del transistor **TR3**, abbiamo utilizzato un secondo **filtro adattatore** composto da **C14-C15-L2**.

Anche in questo **filtro** il **primo** compensatore è stato sostituito dal condensatore **C14** da **10 pF**, perchè in fase di collaudo abbiamo constatato che per adattare l'impedenza di **C**ollettore del transistor **TR2** alla **B**ase del transistor **TR3** bisogna inserire questa esatta capacità.

Il **secondo** compensatore **C15** serve per correggere le eventuali **tolleranze** della bobina **L2**.

Con un **guadagno** di circa **9 dB**, la potenza applicata sulla **B**ase deve essere moltiplicata per **7,94** (vedi **Tabella N.22**), quindi dal **C**ollettore riusciremo a prelevare una **potenza** di circa:

0,629 x 7,94 = 4,99 watt

Questi **4,99 watt** sono **teorici** perchè, considerando che il **rendimento** di un transistor non riesce mai a superare l'**80%**, la reale potenza **RF** che otterremo si aggirerà intorno ai:

4,99 x 0,8 = 3,99 watt

Per trasferire l'alta frequenza dal **C**ollettore di **TR3**, che presenta un'impedenza di circa **3 ohm**, al valore d'impedenza del **cavo coassiale** che in seguito utilizzeremo per trasferire il segnale verso il **dipolo** trasmittente, è necessario utilizzare il **filtro** riportato in fig.394, cioè collegare verso il **C**ollettore la **bobina L4** e prelevare il segnale **RF** dal **compensatore C19**.

Osservando lo schema elettrico si può notare che il segnale **RF** presente sull'ultimo **compensatore C19**, anzichè giungere direttamente sulla presa **antenna**, passa attraverso due **filtri passa-basso**, il

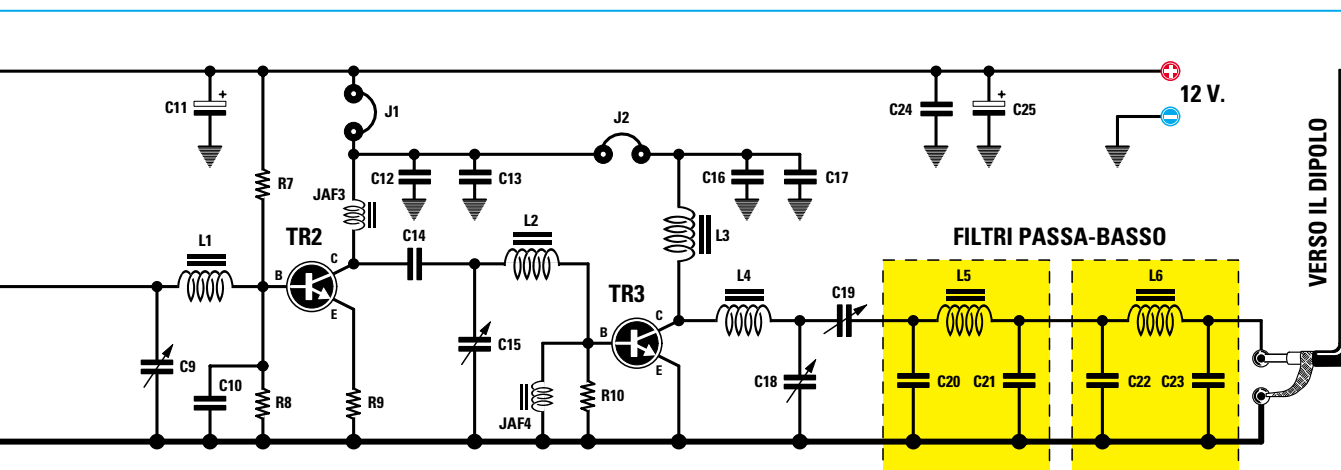
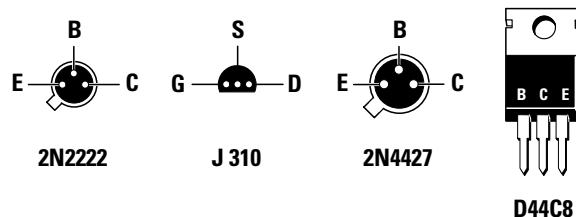



Fig.421 Schema elettrico completo del trasmettitore per la gamma dei 27 MHz in grado di erogare una potenza RF di circa 3 watt.

ELENCO COMPONENTI LX.5040

R1 = 68.000 ohm
R2 = 15.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 2.200 ohm
R8 = 150 ohm
R9 = 4,7 ohm
R10 = 100 ohm
C1 = 2-15 pF compensatore (celeste)
C2 = 100 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 47 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 56 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 3-40 pF compensatore (viola)
C10 = 100 pF ceramico
C11 = 10 microF. elettrolitico
C12 = 100 pF ceramico
C13 = 10.000 pF ceramico
C14 = 10 pF ceramico
C15 = 3-40 pF compensatore (viola)
C16 = 100 pF ceramico
C17 = 10.000 pF ceramico
C18 = 3-40 pF compensatore (viola)
C19 = 7-105 pF compensatore (viola)
C20 = 100 pF ceramico
C21 = 100 pF ceramico
C22 = 100 pF ceramico
C23 = 100 pF ceramico
C24 = 10.000 pF ceramico
C25 = 10 microF. elettrolitico
JAF1 = impedenza 1 microhenry
JAF2 = impedenza in ferrite
JAF3 = impedenza 1 microhenry
JAF4 = impedenza in ferrite
L1-L6 = leggere articolo
XTAL = quarzo 27,125 o 27,095 MHz
FT1 = fet tipo J310
TR1 = NPN tipo 2N.2222
TR2 = NPN tipo 2N.4427
TR3 = NPN tipo D.44C8
J1 = ponticello
J2 = ponticello

Fig.422 Le connessioni del fet e dei transistor utilizzati nel trasmettitore viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo.

primo composto da **C20-L5-C21** ed il secondo composto da **C22-L6-C23**.

Questo doppio **filtro passa-basso** serve per **attenuare** tutte le **frequenze armoniche** presenti sul **C**ollettore del transistor **TR3**.

Infatti non bisogna dimenticare che anche se la nostra frequenza **fondamentale** è di **27 MHz**, sul **C**ollettore del transistor **TR3** risulteranno sempre presenti delle **frequenze armoniche** che sono dei **multipli** di **27 MHz** (vedi fig.423):

27 x 2 = 54 MHz
27 x 3 = 81 MHz
27 x 4 = 108 MHz

Anche se queste frequenze **armoniche** hanno una **potenza minore** rispetto alla frequenza **fondamentale**, bisogna sempre evitare che giungano sull'antenna trasmittente perchè, se venissero irradiate, creerebbero delle **interferenze** in tutti i ricevitori presenti nelle vicinanze.

Applicando sull'uscita del trasmettitore un doppio **filtro passa-basso**, questo lascerà passare la **sola** frequenza fondamentale dei **27 MHz**, ma **non** le sue **armoniche** (vedi fig.424).

Questo **doppio filtro** provvede ad **attenuare** tutte le **armoniche** di **36 dB**.

Se questa misura in **dB** è per voi ancora sconosciuta, vi consigliamo di consultare il nostro volume **Nuova Elettronica Handbook** e a pag.64 scoprirete che **36 dB** equivalgono ad una **attenuazione** in **potenza** di ben **3.981 volte**.

Ammesso che dal **C**ollettore di **TR3** fuoriescano queste frequenze **armoniche**:

54 MHz = con una **potenza** di **1,2 watt**
81 MHz = con una **potenza** di **0,4 watt**
108 MHz = con una **potenza** di **0,1 watt**

questo **filtro passa-basso** provvederà ad **attenuarle** di ben **3.981 volte**, quindi la **prima** armonica dei **54 MHz** non giungerà più sull'antenna con **1,2 watt**, ma con soli:

1,2 : 3.981 = 0,0003 watt

che è una potenza veramente **irrisoria**.

COME si CALCOLA un filtro PASSA-BASSO

Per calcolare un **filtro passa-basso** (vedi fig.425) la prima operazione da compiere consiste nel fissare la sua **frequenza** di **taglio**.

La **frequenza** di **taglio** va sempre calcolata su una frequenza **maggiore** rispetto alla sua **fondamentale** e su una frequenza **minore** rispetto a quella della sua **prima** armonica.

Quindi, per un trasmettitore che lavora sui **27 MHz** dovremo scegliere una **frequenza** di **taglio** che sia maggiore di **27 MHz** e minore di **54 MHz**.

La formula da utilizzare per determinare la **frequenza** di **taglio** è la seguente:

Freq. taglio = MHz fondamentale x 1,2

Poichè il nostro trasmettitore lavora sulla gamma

Fig.423 Poichè dall'uscita di un qualsiasi trasmettitore fuoriescono, oltre alla frequenza fondamentale, anche tutte le sue armoniche, se non provvederete ad attenuarle, queste verranno irradiate, generando soltanto inutili interferenze.

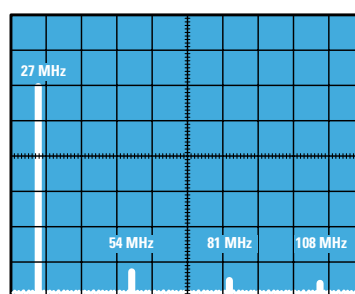
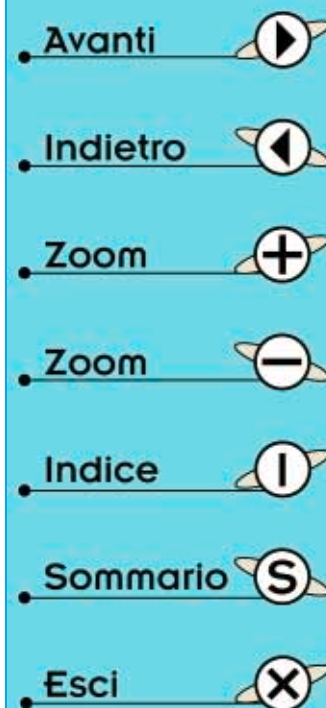
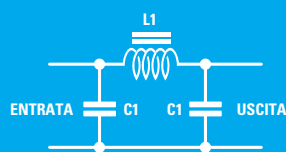



Fig.424 Applicando tra l'uscita del trasmettitore e l'antenna un doppio filtro Passa/Basso (vedi fig.425), riuscirete ad attenuare tutte le frequenze armoniche ma non la fondamentale, come appare illustrato in questa figura.

dei **27 MHz**, la **frequenza** di **taglio** di questo **filtro** andrà prefissata sui:

27 x 1,2 = 32,4 MHz circa

Se avessimo realizzato un trasmettitore sulla gamma **88-108 MHz**, avremmo dovuto prefissare la **frequenza** di **taglio** del **filtro** sui:

108 x 1,2 = 129,6 MHz circa

Conoscendo la frequenza di **taglio**, potremo calcolare il valore della **bobina** e dei **condensatori** utilizzando le seguenti formule:

bobina in microhenry = 15,9 : MHz
condensatori in pF = 3.180 : MHz

Poichè per la gamma dei **27 MHz** abbiamo scelto una **frequenza** di **taglio** di **32,4 MHz**, la bobina dovrà avere un valore di:

15,9 : 32,4 = 0,49 microhenry

mentre i due condensatori dovranno avere una capacità di:

3.180 : 32,4 = 98 picofarad

Precisiamo che la frequenza di taglio **non** è critica, quindi anche se utilizziamo una bobina con una induttanza di **0,5 microhenry** e due condensatori da **100 pF**, il filtro provvederà sempre ad attenuare tutte le sue armoniche.
Per conoscere la frequenza di taglio che si ottiene con **0,5 microhenry** e **100 pF**, potremmo utilizzare la formula seguente:

FT in MHz = 318 : √[microH x (pF x 2)]

Pertanto, questo **filtro** inizierà ad **attenuare** tutte le frequenze che risultano **maggiori** di:

318 : √[0,5 x (100 x 2)] = 31,8 MHz

Quindi la frequenza **fondamentale** dei **27 MHz** giungerà sull'antenna senza **nessuna attenuazione**, mentre la prima **armonica** dei **54 MHz** giungerà sull'antenna **notevolmente attenuata**.
Un **filtro passa-basso** composto da una sola **bobina** e da due **condensatori** (vedi **C20-L5-C21**) provvede ad **attenuare** tutte le **armoniche** di soli **18 dB**, pari ad una **riduzione** in potenza di **63,10 volte**, ma poichè ne abbiamo collegati **2** in **serie** otterremo una **riduzione** in potenza di ben:

63,10 x 63,10 = 3.981,6 volte

che corrispondono ad una **attenuazione** di **36 dB**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Facciamo presente che nello schema elettrico di un qualsiasi trasmettitore, sono sempre indicati il numero di **spire** delle **bobine** ed i valori di **capacità** da utilizzare per questo filtro.

STADIO di MODULAZIONE

Il trasmettitore riprodotto in fig.421 irradia il **solo** segnale **RF**, quindi se vogliamo inviare a distanza la nostra voce, oppure della musica, dovremo **modulare** questo segnale **RF** con un segnale di **BF**.

Per **modulare** in **ampiezza**, vale dire in **AM**, un segnale **RF** occorre un **amplificatore BF** in grado di erogare una **potenza** in **watt** leggermente **minore** rispetto ai **watt RF** generati dallo stadio **finale** del trasmettitore.

Quando dal secondario del trasformatore **T1** fuoriesce la **semionda positiva** del segnale **BF**, questa fa **aumentare** la tensione sul **C**ollettore del transistor **pilota** e del transistor **finale**.
Quando dal secondario del trasformatore **T1** fuoriesce la **semionda negativa** del segnale **BF**, questa fa **diminuire** la tensione sul **C**ollettore del transistor **pilota** e del transistor **finale**.
Variando la tensione sul **C**ollettore del transistor finale **RF**, questo fornirà in uscita un segnale **modulato** in **ampiezza** come visibile in fig.406.

Per realizzare lo stadio modulatore abbiamo utilizzato un integrato **TDA.2002** perchè, come potete vedere in fig.427, al suo interno è presente uno stadio amplificatore **BF** completo, composto da ben **24 transistor** in grado di erogare in uscita una potenza di circa **2 watt**.
Il segnale **BF** prelevato dal microfono giunge sul trimmer **R4**, il cui cursore risulta collegato al piedino d'ingresso **1** del **TDA.2002**.

Questo trimmer ci permette di dosare la **percentuale** di **modulazione**.
Ruotandolo verso il suo **minimo**, il segnale **RF** viene modulato con una percentuale che si aggira intorno al **20%** circa (vedi fig.405).
Ruotandolo verso il suo **massimo**, il segnale **RF** viene modulato con una percentuale che si aggira intorno al **90%** (vedi fig.406).
Ruotandolo sul suo **massimo**, il segnale **RF** viene **sovramodulato**, quindi in uscita si ottiene un segnale **distorto**.

Fig.426 Schema elettrico dello stadio amplificatore BF che utilizzerete per modulare in AM (modulazione d'ampiezza) il segnale RF del trasmettitore.

ELENCO COMPONENTI LX.5041

R1 = 10.000 ohm
R2 = 47.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100.000 ohm trimmer
R5 = 22 ohm 1/2 watt
R6 = 2.200 ohm 1/2 watt
R7 = 10 ohm 1/2 watt
R8 = 10 ohm 1/2 watt
C1 = 100 pF ceramico
C2 = 1.000 pF poliestere
C3 = 220.000 pF poliestere
C4 = 1 microF. poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 100 microF. elettrolitico
C7 = 470 microF. elettrolitico
C8 = 1.000 microF. elettrolitico
C9 = 100.000 pF poliestere
JAF1 = impedenza VK.200
IC1 = integrato TDA.2002
T1 = trasform. mod. TM.5041

Microf. = microfono preamplificato

Fig.427 Schema elettrico interno del TDA.2002 e connessioni dei suoi terminali.

Il segnale amplificato in **potenza** presente sul piedino d'uscita **4** del **TDA.2002**, anzichè essere applicato ad un normale **altoparlante** viene applicato sull'avvolgimento **primario** del trasformatore **T1** e poi prelevato dal suo **secondario** che lo invia sul **C**ollettore dei transistor **TR2-TR3**.

REALIZZAZIONE PRATICA TX

Prima di iniziare il montaggio consigliamo di avvolgere le bobine **L1-L2-L3-L4-L5-L6** sui nuclei **toroidali** di colore **giallo-grigio** che troverete nel kit. Assieme ai nuclei troverete anche due rocchetti di filo smaltato di rame da **0,30** e **0,50 mm**.

Bobine L1-L2 = sui due nuclei più **piccoli** del diametro di **8 mm**, avvolgete **17 spire** con filo di rame da **0,30 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,30 mm** tagliate uno spezzone lungo **30 centimetri** e poi avvolgete sul **nucleo** le **17 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per asportare lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

Bobina L3 = sempre su uno dei nuclei **piccoli** del diametro di **8 mm** avvolgete **27 spire** con filo di rame da **0,30 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,30 mm** tagliate uno spezzone lungo **50 centimetri** e poi avvolgete sul nucleo le **27 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento, tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per togliere lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

Bobina L4 = sul nucleo di dimensioni maggiori, del diametro di circa **13 mm**, avvolgete **11 spire** con filo di rame da **0,50 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,50 mm** tagliate uno spezzone lungo **30 centimetri** e poi avvolgete sul nucleo le **11 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per togliere lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

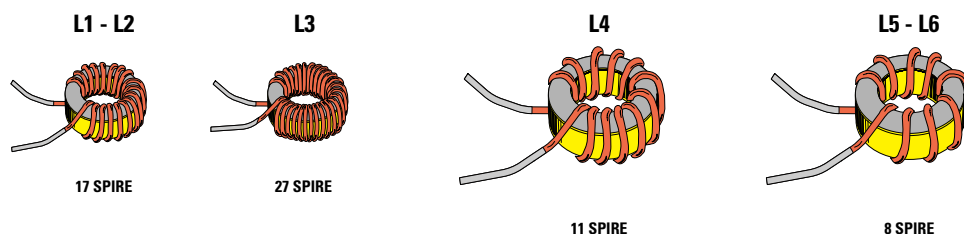



Fig.428 Prima di iniziare il montaggio del trasmettitore, consigliamo di avvolgere tutte le spire richieste sui nuclei toroidali che troverete inseriti nel kit. Cercate di non far cadere a terra questi nuclei perchè, risultando molto fragili, potrebbero spezzarsi.

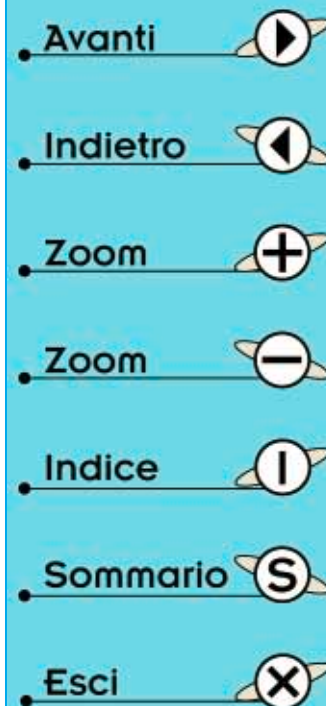
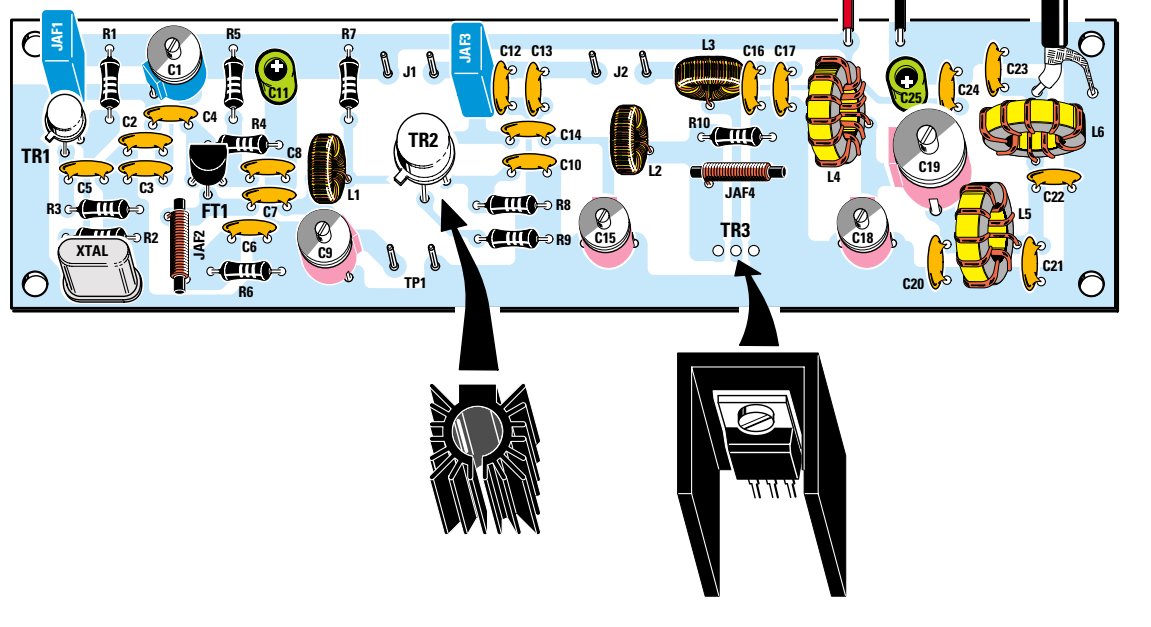



Fig.429 Schema pratico di montaggio dello stadio trasmittente. Come potete notare, questo montaggio non presenta nessuna difficoltà. Sul corpo del transistor TR2 andrà applicata l'aletta di raffreddamento a raggiera, mentre il corpo del transistor finale TR3 andrà fissato sull'aletta a forma di U con una vite e un dado.

Bobine L5-L6 = sui nuclei di dimensioni maggiori, del diametro di circa **13 mm**, avvolgete **8 spire** con filo di rame da **0,50 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,50 mm** tagliate uno spezzone lungo **26 centimetri** e poi avvolgete sul nucleo le **8 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per eliminare lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

Realizzate tutte le bobine, potete prendere il circuito stampato **LX.5040** ed iniziare a montare tutte le resistenze controllando il loro valore ohmico tramite il **codice** dei **colori**.

Dopo le resistenze potete montare i condensatori **ceramici** e a tal proposito, se ancora non siete in grado di decifrare le sigle stampigliate sul loro corpo, vi consigliamo di rileggere la **Lezione N.3**.

Proseguendo nel montaggio inserite vicino al transistor **TR1** l'impedenza **blu JAF1** e vicino al transistor **TR2** l'altra impedenza **blu JAF3**.

In prossimità del **quarzo** collocate la piccola impedenza in **ferrite** siglata **JAF2** e dietro l'aletta del transistor **TR3** la seconda impedenza sempre in **ferrite**, siglata **JAF4**.

Dopo questi componenti, potete montare i pochi condensatori elettrolitici, tenendo presente che il terminale **positivo** si riconosce perchè risulta **più lungo** rispetto il terminale negativo.

Potete ora inserire tutti i **compensatori** richiesti per la taratura.

Il compensatore piccolo, che ha il corpo di colore **celeste** ed una capacità massima di **15 pF**, va collocato nella posizione indicata **C1**.

I compensatori piccoli, che hanno il corpo di colore **viola** ed una capacità massima di **40 pF**, vanno inseriti nelle posizioni indicate **C9-C15-C18**.

Il compensatore più **grande** che ha il corpo di colore **viola** ed una capacità massima di **105 pF** va collocato nella posizione indicata **C19**.

Completata questa operazione, prendete le due bobine **toroidali** composte da **17 spire** ed inseritele nelle posizioni indicate **L1-L2**.

Collocate la terza bobina **toroidale**, composta da **27 spire**, dietro al transistor **TR3** (vedi **L3**).

La quarta bobina **toroidale L4**, avvolta sul nucleo di dimensioni maggiori e composta da **11 spire**, sulla sinistra del compensatore **C18**.

Le ultime due bobine **L5-L6**, composte da **8 spire**, vicino al compensatore **C19**.

Dopo aver controllato che i terminali di queste bobine risultino perfettamente saldati sulle piste sottostanti del circuito stampato, potete prendere il transistor metallico **TR1** ed inserirlo vicino alla **JAF1**, rivolgendo verso sinistra la sua piccola **sporgenza** di riferimento (vedi fig.429).

Tenete sollevato questo transistor circa **4-5 mm** dal circuito stampato**.**

Montate quindi il fet **FT1** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il compensatore **C1**.
Anche il corpo di questo fet va tenuto sollevato dal circuito stampato di **4-5 mm**.

Il transistor di media potenza **2N4427** siglato **TR2** va inserito in prossimità della impedenza **JAF3**, rivolgendo la sua piccola **sporgenza** di riferimento verso il compensatore **C9** (vedi fig.429).
Come per l'altro transistor, anche questo va tenuto sollevato **4-5 mm** dal circuito stampato.

Per applicare sul corpo di questo transistor la sua aletta di raffreddamento, dovete inserire nella fessura di quest'ultima la lama di un cacciavite in modo da allargarla leggermente, poi infilare il corpo del transistor nell'aletta, quindi estrarre la lama del cacciavite: poichè l'aletta è elastica, si restringerà bloccando il corpo del transistor.

L'ultimo transistor di potenza **TR3** va fissato sulla sua piccola aletta di raffreddamento a forma di **U** e collocato nello spazio ad esso riservato, avendo cura di tenerlo sempre leggermente sollevato dal circuito stampato.

Per ultimo inserite il **quarzo** per i **27 MHz** e poichè nel kit ne troverete due con queste frequenze:

27,095 MHz
27,125 MHz

ne dovete utilizzare uno solo. Se desiderate trasmettere sui **27,095 MHz** inserite il primo quarzo, se desiderate trasmettere sui **27,125 MHz** inserite il secondo quarzo.

REALIZZAZIONE PRATICA MODULATORE

Sul circuito stampato **LX.5041** montate tutti i componenti richiesti disponendoli come visibile in fig.430.
Come primi componenti, inserite le resistenze ed il trimmer **R4**, poi i **5** condensatori poliestere e i **3** condensatori elettrolitici, rispettando la polarità **+/–** dei due terminali.
In prossimità della resistenza **R8** inserite la piccola impedenza in ferrite siglata **JAF1** e sulla sua de-

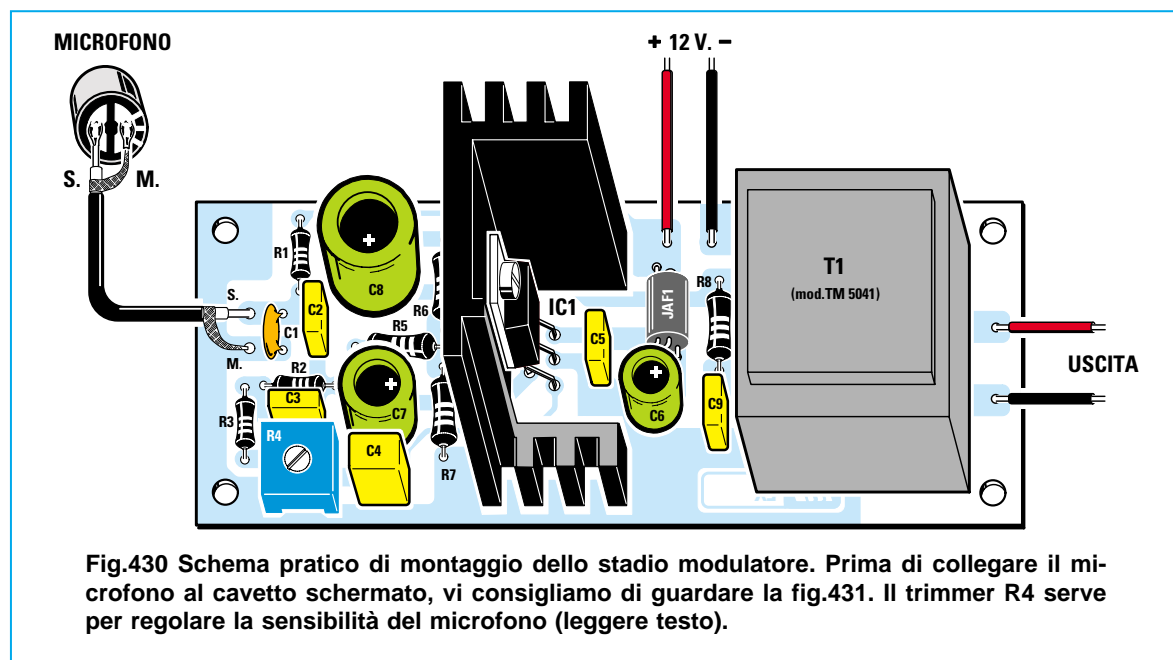



Fig.430 Schema pratico di montaggio dello stadio modulatore. Prima di collegare il microfono al cavetto schermato, vi consigliamo di guardare la fig.431. Il trimmer R4 serve per regolare la sensibilità del microfono (leggere testo).

Fig.431 Sul lato posteriore del piccolo microfono sono presenti due piccole piste in rame. La pista collegata al corpo metallico del microfono è quella di massa, mentre la seconda, che risulta isolata, è quella dalla quale dovete prelevare il segnale BF.

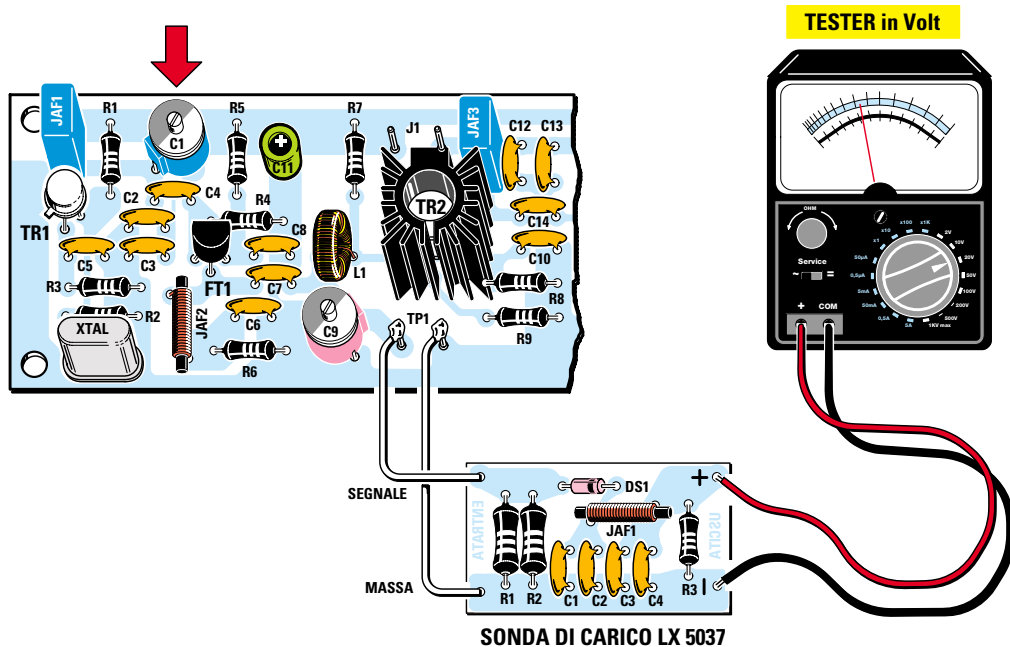



Fig.432 Per tarare il trasmettitore, la prima operazione da compiere è quella di riuscire a far oscillatore il quarzo. Dopo aver collegato la sonda di carico LX.5037 ai terminali TP1, ruotate il compensatore C1 fino a leggere sul tester una tensione di circa 3 volt.

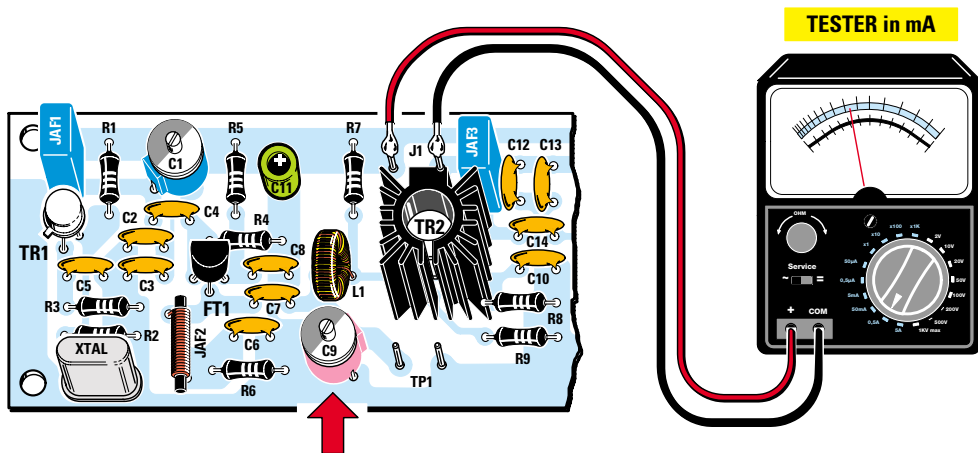



Fig.433 Tolta la sonda da TP1, collegate il tester commutato sulla portata 500 mA ai due terminali J1, poi ruotate il compensatore C9 fino a leggere una corrente di 120-130 mA. Questa taratura adatterà l'impedenza di FT1 a quella del transistor TR2.

stra inserite il trasformatore di modulazione **T1** che s'innesterà nello stampato solo se il **primario** risulta rivolto verso l'integrato **IC1** e il **secondario** verso i terminali d'**uscita**.

Prima di montare l'integrato **IC1** lo dovete fissare, con una vite completa di dado, sulla sua **aletta** di raffreddamento, dopodichè dovete inserire i suoi terminali nei fori del circuito stampato, saldandoli sulle sottostanti piste in rame.

Per collegare il microfono all'ingresso del modulatore dovete utilizzare uno spezzone di **cavo schermato** lungo circa **20-30 cm**, collegando la sua calza di **schermo** alla pista di **massa** (**M**) del microfono e il **filo centrale** alla pista **S**.

Come potete vedere in fig.431, la pista di **massa** è facilmente individuabile perchè è collegata con delle sottili piste alla **carcassa** metallica del microfono, mentre la pista **S**, dalla quale fuoriesce il segnale di **BF**, risulta isolata.
Se per **errore** collegherete la **calza** di schermo del cavetto schermato alla pista **S**, non riuscirete a prelevare dal microfono alcun segnale.

TARATURA del TRASMETTITORE

Completato il montaggio, se non **tarerete** tutti i **compensatori** presenti nel circuito **non** riuscirete a prelevare dalla sua uscita **nessuna potenza**.

La **taratura** è un'operazione molto semplice, che riuscirete a portare a termine in breve tempo seguendo tutte le istruzioni che ora vi forniamo.

Innanzitutto è necessario far oscillare il **quarzo** inserito nello stadio oscillatore e per ottenere questa condizione dovete ruotare il compensatore **C1** posto in parallelo alla bobina **JAF1**.

Dopo aver collegato la sonda di carico **LX.5037** ai due terminali **TP1** (vedi fig.432), ruotate lentamente il compensatore **C1** fino a leggere sul tester una tensione di circa **3 volt**.

Questa tensione corrisponderebbe in **teoria** ad una potenza di:

(3 x 3) : 100 = 0,09 watt

Questa potenza non è **reale**, perchè la **sonda** di **carico** somma alla potenza generata dalla frequenza **fondamentale** anche la potenza di tutte le **armoniche** generate dallo stadio oscillatore, quindi **sottraendo** la potenza delle armoniche possiamo considerare **reale** una potenza di soli **0,05 watt**.

Dopo aver fatto oscillare il **quarzo**, togliete la sonda di carico dai terminali **TP1** e collegate un **tester**, commutato sulla portata **500 mA CC**, ai due terminali **J1** (vedi fig.433).

Applicate i **12 volt** di alimentazione al trasmettitore, poi ruotate lentamente il compensatore **C9** che permette di **adattare** l'impedenza d'uscita del fet **FT1** all'impedenza di **B**ase del transistor **TR2**.

L'impedenza risulterà **adattata** quando riuscirete a far assorbire al transistor la sua **massima corrente**, che normalmente si aggira sui **120-130 mA**.

A questo punto ritoccate il compensatore **C1** dello stadio oscillatore per verificare se si riesce ad **aumentare**, anche di pochi **milliamper**, la corrente d'assorbimento del transistor **TR2**.

Completata questa **taratura**, togliete il tester dai terminali **J1**, poi **cortocircuitateli** con un corto spezzone di filo di rame nudo (vedi fig.437) per poter far giungere i **12 volt** di alimentazione sul **C**ollettore del transistor **TR2**.

Ora collegate il vostro **tester** commutato sulla portata **500 mA CC** ai terminali **J2**, quindi collegate alla presa d'**uscita antenna** una **sonda** di **carico** che abbia un'impedenza di **50** o **75 ohm** e una potenza di circa **6 watt**.

Se tarate l'uscita con la sonda di carico da **50 ohm**, per trasferire il segnale **RF** verso il **dipolo** trasmittente dovete utilizzare un **cavo coassiale** che abbia un'impedenza di **50-52 ohm**, cavo che potete acquistare solo nei negozi che vendono ricetrasmettitori per **CB**.

Se tarate l'uscita con la sonda di carico da **75 ohm**, per trasferire il segnale **RF** verso il **dipolo** trasmittente dovete utilizzare un **cavo coassiale** che abbia un'impedenza di **75 ohm**.

Poichè tutti i comuni cavi coassiali utilizzati per gli impianti d'antenna **TV** hanno un'impedenza di **75 ohm**, vi consigliamo di tarare l'uscita del trasmettitore con la sonda di carico da **75 ohm**, perchè potete facilmente reperire questo cavo presso un qualsiasi negozio per **TV**.

Detto questo, dovete ora adattare l'**impedenza** di **C**ollettore del transistor **TR2** all'**impedenza** di **B**ase del transistor **TR3** e, per farlo, ruotate il compensatore **C15** fino a far assorbire al transistor una corrente che normalmente si aggirerà intorno ai **340-360 mA**.

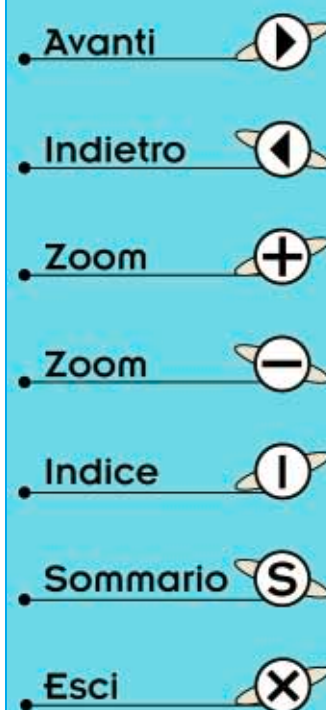
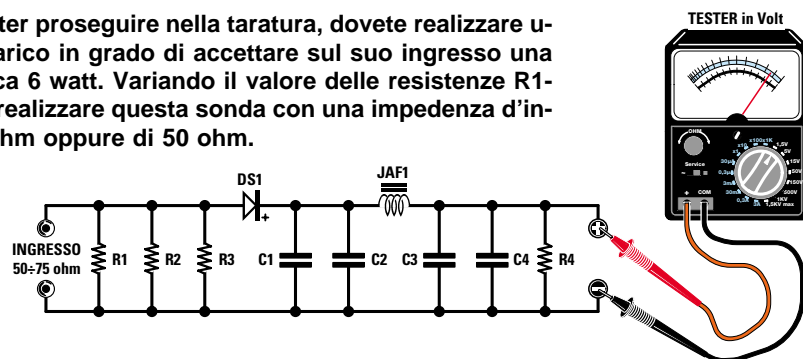



Fig.434 Per poter proseguire nella taratura, dovete realizzare una sonda di carico in grado di accettare sul suo ingresso una potenza di circa 6 watt. Variando il valore delle resistenze R1-R2-R3, potete realizzare questa sonda con una impedenza d'ingresso di 75 ohm oppure di 50 ohm.

ELENCO COMPONENTI LX.5042

Per sonda da 75 ohm

R1 = 220 ohm 2 watt
R2 = 220 ohm 2 watt
R3 = 220 ohm 2 watt
R4 = 68.000 ohm 1/4 watt
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5711
JAF1 = impedenza in ferrite

Per sonda da 50 ohm

R1 = 150 ohm 2 watt
R2 = 150 ohm 2 watt
R3 = 150 ohm 2 watt
R4 = 68.000 ohm 1/4 watt
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5711
JAF1 = impedenza in ferrite

Ottenuto questo assorbimento, togliete il tester dai terminali **J2** e poi cortocircuitateli con uno spezzone di filo di rame nudo per far sì che sul **C**ollettore del transistor **TR3** giungano i **12 volt** di alimentazione.

Commutate quindi il tester sulla portata **20 - 25 volt CC** fondo scala e collegatelo alla **sonda** di carico **LX.5042** come visibile in fig.438.

Dopodichè ruotate lentamente i due compensatori **C18-C19** fino a leggere sul tester la massima tensione.
Se sull'uscita avete applicato la **sonda** di **carico** da **50 ohm** riuscirete a rilevare una tensione massima di circa **17-18 volt**.

Se sull'uscita avete applicato la **sonda** di **carico** da **75 ohm** riuscirete a rilevare una tensione massima di circa **21-22 volt**.

Ottenuta questa condizione, provate a **ritoccare** leggermente i compensatori **C9-C15** per vedere se aumenta la tensione d'uscita.

Ammesso che con la sonda di carico da **75 ohm**

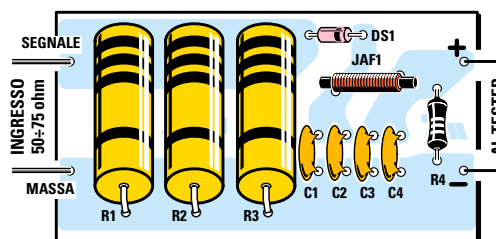



Fig.435 Schema pratico di montaggio della sonda LX.5042 da 6 watt.

Fig.436 Foto della sonda di carico LX.5042 come si presenta a montaggio ultimato.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

riusciate a leggere sul tester **21 volt**, la potenza erogata dal trasmettitore si aggirerà intorno ai:

(21 x 21) : (75 + 75) = 2,94 watt

Se riuscite ad ottenere una tensione di **22 volt**, il trasmettitore erogherà una potenza di:

(22 x 22) : (75 + 75) = 3,22 watt

Togliendo dall'uscita del trasmettitore il **doppio filtro passa-basso**, ottereste una tensione di circa **26 volt** che, in **teoria**, corrispondono ad una potenza di:

(26 x 26) : (75 + 75) = 4,5 watt

Questo aumento di **potenza** si ottiene perchè, alla **potenza** della frequenza **fondamentale** risulta **sommata** anche la **potenza** delle frequenze **armoniche** che, **non** essendo state **attenuate**, vengono ovviamente misurate dalla sonda di carico.

Sappiate che, togliendo il **filtro passa-basso**, la frequenza **fondamentale** dei **27 MHz** rimarrà sempre con la sua **reale potenza** di **2,9-3,2 watt**.

La differenza per arrivare a **4,5 watt** è la **potenza** generata dalle **armoniche** dei **54-81-108 MHz**.

IMPORTANTE

Ricordate che all'uscita del trasmettitore deve **sempre** risultare collegata una **sonda** di **carico** oppure il **cavo coassiale** alla cui estremità avrete già applicato il **dipolo** trasmittente. Se accendete il trasmettitore senza **nessun carico**, può saltare il transistor finale **TR3**.

LA SONDA di CARICO da 50 o 75 ohm

La sonda di carico **LX.5037** che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.24**, non accetta sul suo ingresso delle potenze superiori a **1 watt**.

Fig.437 Dopo aver collegato la sonda di carico LX.5042 all'uscita del trasmettitore, dovete cortocircuitare i terminali J1, poi collegare il tester commutato sulla portata 500 mA ai due terminali J2 e ruotare il compensatore C15 fino a leggere una corrente di 340-360 mA. Ottenuta questa condizione, avrete adattato l'impedenza di Collettore del transistor TR2 all'impedenza d'ingresso del transistor TR3.

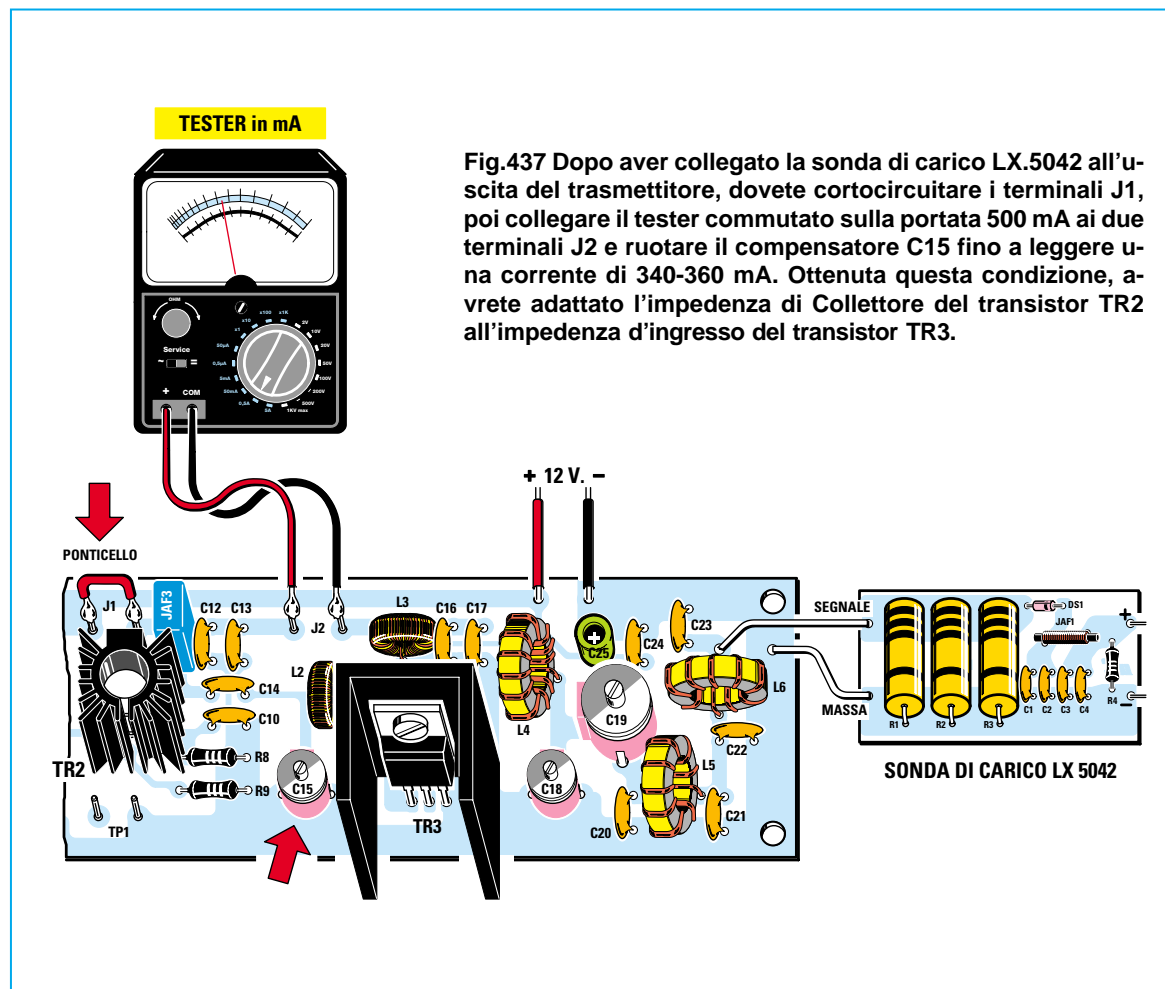
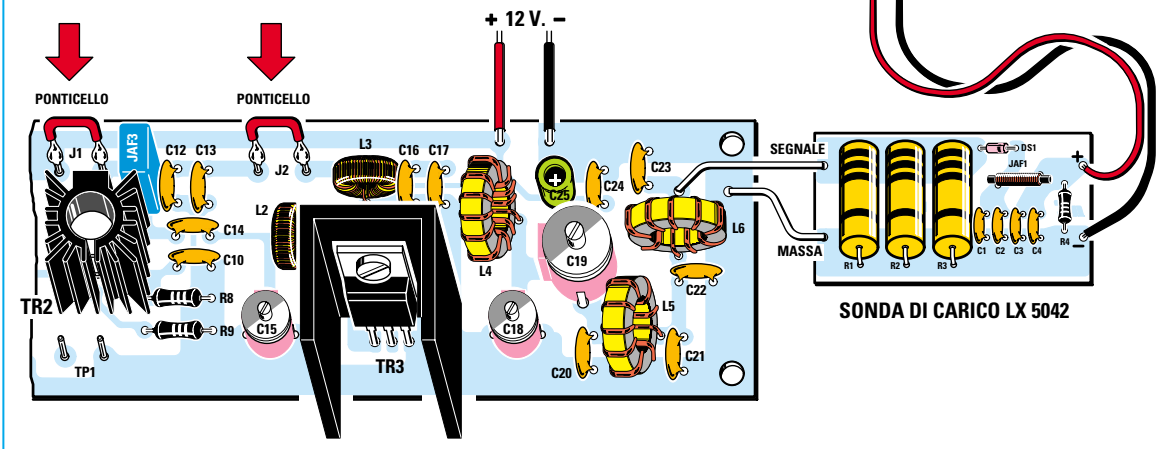



Fig.438 Dopo aver tarato il compensatore C15, cortocircuitate i due terminali J1-J2, poi collegate il tester commutato sulla portata 20-25 volt fondo scala, alla sonda di carico LX.5042, quindi tarate i due compensatori C18-C19 fino a leggere sul tester la massima tensione.
Se utilizzate una sonda di carico da 50 ohm riuscirete a rilevare una tensione di circa 17-18 volt, mentre se utilizzate una sonda di carico da 75 ohm riuscirete a rilevare una tensione di circa 21-22 volt.

Sapendo che questo trasmettitore eroga una potenza che si aggira intorno ai **3 watt**, vi serve una **sonda** di **carico** che possa accettare sul suo ingresso una potenza di circa **6 watt**.

Per realizzare questa sonda dovete montare sul circuito stampato **LX.5042** (vedi fig.435) **3** resistenze a carbone da **2 watt**.

Per avere una sonda che abbia un'impedenza di **50 ohm** dovete montare **3** resistenze da **150 ohm**.

Per avere una sonda che abbia un'impedenza di **75 ohm** dovete montare **3** resistenze da **220 ohm**.

Anche se collegando in parallelo **3** resistenze da **220 ohm** si ottiene in via teorica un valore di **73,33 ohm**, non preoccupatevi perchè, considerando le loro **tolleranze**, otterrete un valore ohmico che potrà risultare di **74** o **75 ohm**.
Nel kit abbiamo inserito sia le **3** resistenze da **150 ohm** che le **3** resistenze da **220 ohm**, in modo che possiate realizzare o la sonda da **50 ohm** oppure quella da **75 ohm**.

Quando userete una di queste sonde è normale che tali resistenze si **surriscaldino**, perchè devono dissipare in **calore** tutta la **potenza RF** erogata dal trasmettitore.

COME collegare il MODULATORE

Per modulare in **AM** il segnale **RF** dei **27 MHz** dovete collegare, per mezzo di due fili di rame isolati, i due terminali d'uscita del trasformatore **T1** ai due terminali **J1** del trasmettitore, non dimenticando di cortocircuitare i due terminali **J2** come appare evidenziato in fig.439.

I **12 volt** stabilizzati necessari per alimentare il trasmettitore e il modulatore possono essere prelevati dall'alimentatore **LX.5004**, che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.7**.
Quando collegherete i due fili **positivo** e **negativo** ai due terminali **+/–** del trasmettitore e del modulatore, fate attenzione a rispettare la loro polarità, diversamente metterete fuori uso l'integrato **IC1** e i transistor.

Se **non** collegate al trasmettitore lo stadio modulatore **LX.5041**, dovete ricordarvi di cortocircuitare i due terminali **J1**.

IL DIPOLO TRASMITTENTE

Per irradiare nell'etere il **segnale RF** del vostro trasmettitore vi serve un'antenna irradiante e a questo scopo consigliamo di utilizzare un **dipolo**.

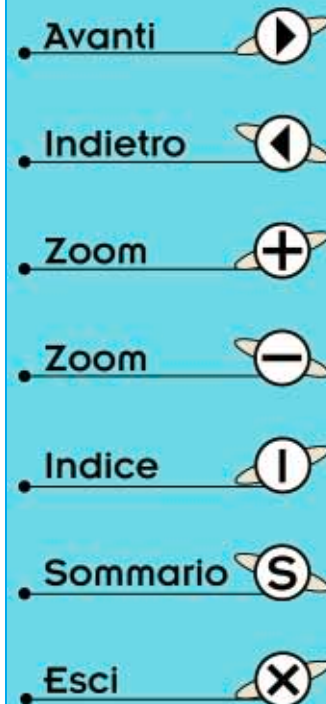
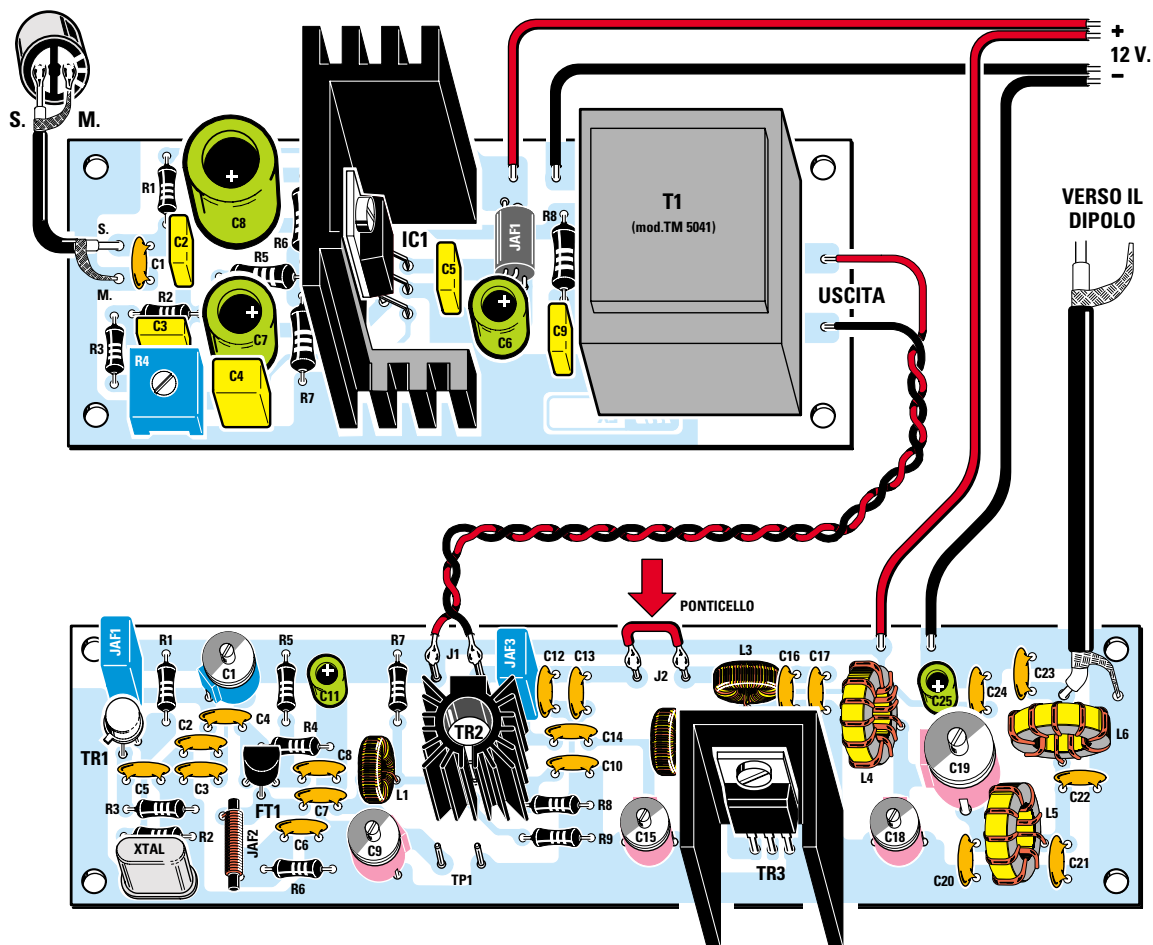
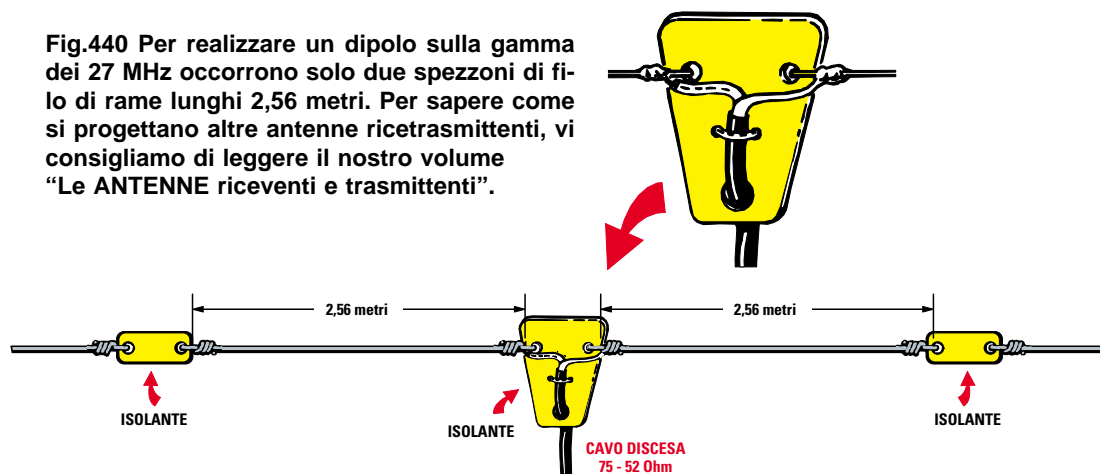



Fig.439 Per collegare lo stadio modulatore al trasmettitore, dovete collegare i due fili d'uscita del trasformatore T1 ai terminali J1, poi cortocircuitare i terminali J2.
Se toglierete dall'uscita del trasmettitore la sonda di carico, dovrete necessariamente collegare il cavo coassiale che porterà il segnale al dipolo irradiante.

Fig.440 Per realizzare un dipolo sulla gamma dei 27 MHz occorrono solo due spezzoni di filo di rame lunghi 2,56 metri. Per sapere come si progettano altre antenne ricetrasmittenti, vi consigliamo di leggere il nostro volume "Le ANTENNE riceventi e trasmittenti".

Per realizzarlo vi servono due spezzoni di filo di rame lungo **2,65 metri** (vedi fig.440).
Come filo potete usare anche quello isolato in **plastica** per impianti elettrici o da campanelli.
Sulla parte centrale di questo dipolo collegate le estremità di un cavo coassiale da **75 ohm**, facendolo scendere fino sull'uscita del trasmettitore e non dimenticano di collegare la **calza** di **schermo** al terminale di **massa** del circuito stampato e il filo **centrale** al terminale della **bobina L6**.

Se vi interessa sapere come si calcola o si progetta una qualsiasi antenna trasmittente, vi consigliamo di leggere il nostro volume:
Le ANTENNE riceventi e trasmittenti

MOBILE

Poichè questo è un piccolo trasmettitore sperimentale che serve unicamente a svelare i primi segreti relativi agli stadi amplificatori **RF** ed anche ad imparare come tararli per **adattare** le diverse impedenze, **non** abbiamo previsto nessun mobile.

Per non tenere volanti sul tavolo i due circuiti stampati, vi consigliamo di prendere un ritaglio di legno **compensato** e di bloccare sulla sua superficie i due circuiti stampati con delle viti in ferro complete di dado.

COSTO DI REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione del trasmettitore **LX.5040** visibile in fig.429.
Nel kit sono inseriti il circuito stampato, i tre **transistor**, il **fet**, i 6 **nuclei torodiali** e il filo per avvolgerli, più due quarzi per la gamma dei **27 MHz**.
Lire 40.000 Euro 20,66

Costo dei componenti necessari per la realizzazione dello stadio modulatore **LX.5041** visibile in fig.430.
Nel kit sono inseriti il circuito stampato, il trasformatore di modulazione **T1**, l'integrato **TDA.2002** completo della sua aletta di raffreddamento ed il piccolo **microfono** visibile in fig.431.
Lire 31.000 Euro 16,01

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione della sonda di carico **LX.5042** di fig.435.
Nel kit sono inseriti il circuito stampato e le resistenze per realizzare questa sonda di carico da **75 ohm** oppure da **50 ohm**.
Lire 5.000 Euro 2,58

A richiesta, possiamo fornirvi anche i soli **circuiti stampati** ai seguenti prezzi:

CS LX.5040	**Lire**	5.800	**Euro**	3,00
CS LX.5041	**Lire**	4.400	**Euro**	2,27
CS LX.5042	**Lire**	1.800	**Euro**	0,93

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**.

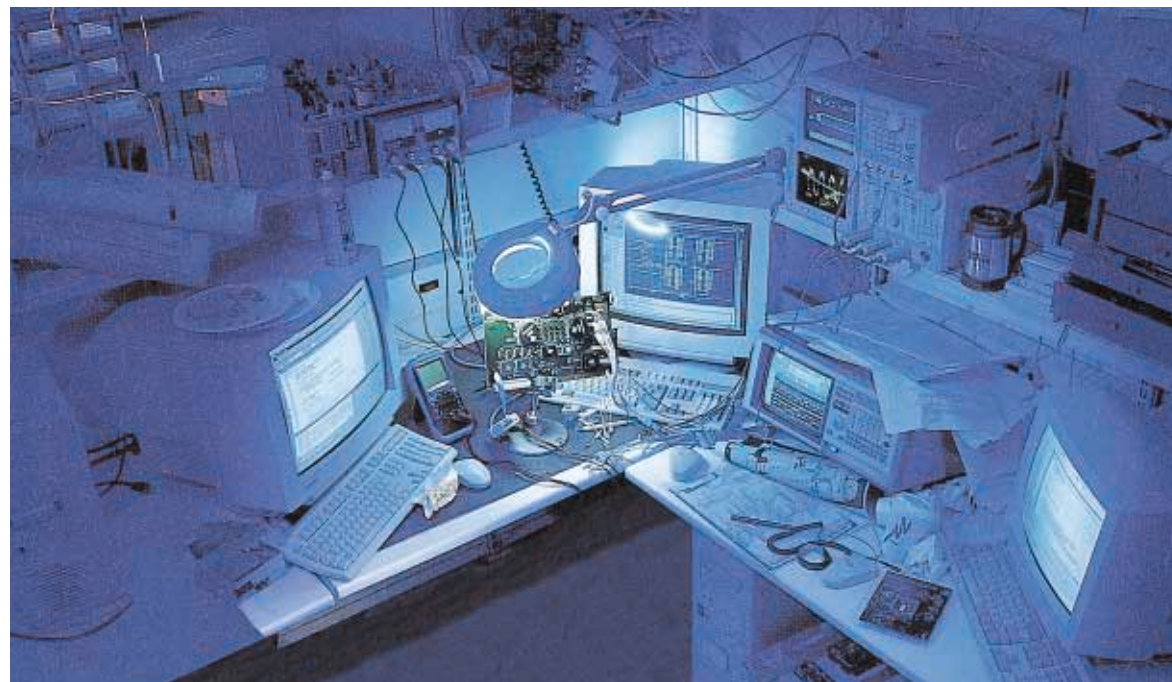
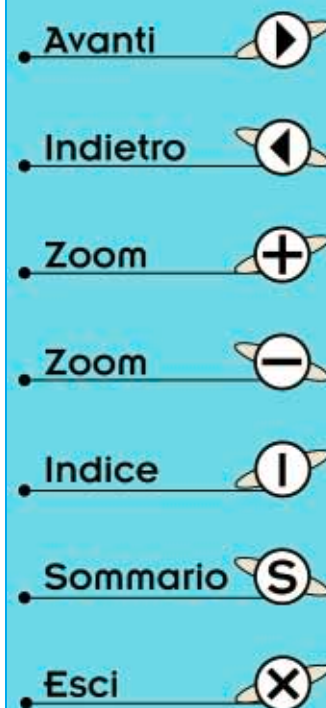
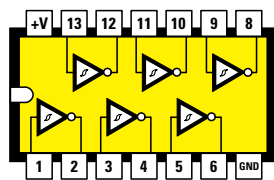
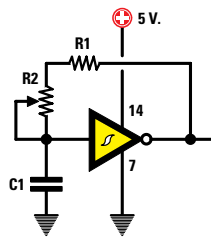
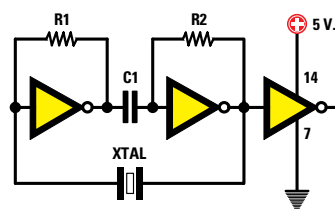
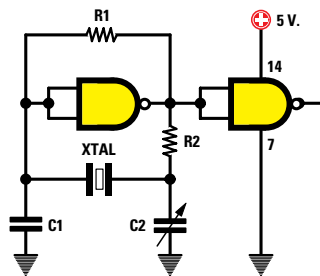
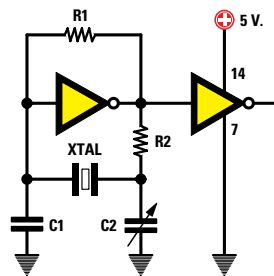



Fig.441 Poichè per diventare esperti in elettronica serve molto più la pratica che la teoria, più circuiti monterete più rapidamente riuscirete a scoprire tutti loro segreti.

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

In questa Lezione vi proponiamo diversi schemi di **oscillatori** che utilizzano degli **integrati digitali** tipo **TTL-HC/Mos-C/Mos** in grado di fornire in uscita un segnale ad **onda quadra**.

Una frequenza ad **onda quadra** viene spesso utilizzata per realizzare apparecchiature **digitali**, ad esempio **temporizzatori-contatempo-frequenzimetri-generatori ultrasonici**, ecc.

Vi spiegheremo perciò anche come si progetta un **temporizzatore digitale** e grazie alle **formule** per calcolare la **frequenza** e il **tempo** in secondi che troverete nel testo, non incontrerete nessuna difficoltà a realizzare un circuito che si adatti perfettamente alle vostre esigenze.

Nella **Lezione N.27** vi abbiamo insegnato come realizzare un piccolo **trasmettitore** per la gamma **CB**, ma se non disponete di un ricevitore per **Onde Corte** in grado di sintonizzarsi sulle frequenze comprese tra **26,9** e **27,4 MHz**, non riuscirete mai a ricevere questo segnale.

Per non farvi acquistare un costoso ricevitore per **Onde Corte**, in questa Lezione vi insegniamo a realizzare un **convertitore** che, collegato all'ingresso **antenna** di una qualsiasi **supereterodina** per **Onde Medie**, vi permetterà di ascoltare il segnale del vostro **trasmettitore** e di tutti i **CB** presenti in zona, sintonizzandovi sulle frequenze dei **600-1.100 KHz** delle **Onde Medie**.

Se nella vostra città conoscete qualche **CB**, potrete tentare di collegarvi con il vostro trasmettitore.

OSCILLATORI DIGITALI con integrati TTL e C/MOS

Nella **Lezione N.24** vi abbiamo spiegato come realizzare degli stadi **oscillatori** di **alta frequenza** collegando a un **transistor** oppure a un **fet** una **bobina** e un **compensatore**.
Per variare la **frequenza** generata da questi oscillatori basta modificare il numero delle **spire** della **bobina** o variare la **capacità** del compensatore.

Se vogliamo invece realizzare degli stadi **oscillatori** in grado di generare frequenze **ultrasoniche** sull'ordine dei **30 KHz** oppure frequenze **audio** fino a **20 KHz** o, ancora, frequenze **subsoniche** al disotto dei **50 hertz**, conviene adoperare degli integrati **digitali**, perché per variare la **frequenza** generata basta modificare il valore ohmico di una sola **resistenza** o la capacità di un **condensatore**.

Tutti gli oscillatori che vengono realizzati con gli integrati **digitali** forniscono in uscita un'onda **quadra** anziché **sinusoidale** (vedi figg.442-443).

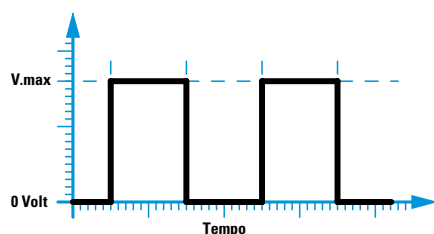



Fig.442 Tutti gli oscillatori che utilizzano degli integrati digitali forniscono in uscita un segnale ad onda "quadra". Il segnale partendo da un valore di 0 volt sale repentinamente al max valore positivo, poi repentinamente scende a 0 volt.

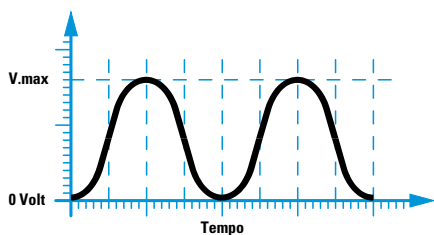



Fig.443 Gli oscillatori RF, presentati nella Lezione N.24, forniscono in uscita un segnale sinusoidale. Il segnale partendo da un valore di 0 volt sale gradualmente al max valore positivo e sempre gradualmente scende sul valore di 0 volt.

L'**ampiezza** del segnale generato è pari al valore della tensione di alimentazione, quindi se utilizziamo degli integrati **TTL** o **HC/Mos** che vanno alimentati con una tensione di **5 volt** otterremo dei segnali con una tensione di **picco** di **5 volt**.

Allo stesso modo, se utilizziamo degli integrati **C/Mos**, che possiamo alimentare con una tensione **minima** di **5 volt** e una tensione **massima** di **15-18 volt**, otterremo dei **picchi positivi** proporzionali al valore della tensione di alimentazione.
Pertanto se alimentiamo un **C/Mos** con una tensione di **9 volt** otterremo dei segnali con una tensione di **picco** di **9 volt**, mentre se lo alimentiamo con **15 volt** otterremo dei segnali con una tensione di **picco** di **15 volt**.

OSCILLATORE con 1 INVERTER TTL di tipo triggerato

Con un integrato **TTL** tipo **SN.7414** oppure con un integrato **HC/Mos** tipo **74HC14** (vedi fig.444) possiamo realizzare un oscillatore in grado di generare una **frequenza** che da un **minimo** di pochi **hertz** può raggiungere e superare i **300 KHz**, utilizzando **uno** solo dei **6 inverter triggerati** (vedi fig.445) presenti al suo interno.

Come vi abbiamo già spiegato nella **Lezione N.16** dedicata alle porte logiche (vedi il **1° volume** di "Imparare l'elettronica" alle pagg.336-338), gli **inverter triggerati** si distinguono dagli altri perché all'interno del loro simbolo grafico, rappresentato da un triangolo, hanno una doppia **S**.

Per variare la **frequenza** generata dobbiamo solo modificare il valore delle resistenze **R1-R2** oppure la capacità del condensatore **C1**.

Conoscendo i valori di **R1-R2** e di **C1** possiamo calcolare la **frequenza** che si preleva dalla sua uscita utilizzando la formula:

KHz = 700 : [(R1 + R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Il valore della **frequenza** generata è sempre molto **approssimativo**, perché oltre alla **tolleranza** delle resistenze e del condensatore c'è anche quella dell'integrato utilizzato, che può variare il valore delle soglie a seconda della Casa Costruttrice.

Il piccolo trimmer da **100 ohm** (vedi **R2**), collegato in serie alla resistenza **R1**, ci permette di tarare fi-

nemente il valore della **frequenza** generata sul valore desiderato.

Per leggere il valore della frequenza generata da questi oscillatori ci vorrebbe uno strumento chiamato **frequenzimetro** e poiché probabilmente ancora non l'avete, ve ne proporremo uno in una delle prossime Lezioni.

In valore ohmico totale delle resistenze **R1+R2** di questo oscillatore che utilizza un integrato **TTL** non deve mai superare i **1.000 ohm**.
Per questo motivo abbiamo scelto per la resistenza **R1** un valore di **820 ohm** e per il trimmer **R2** un valore di **100 ohm**, ottenendo così un valore ohmico totale di **920 ohm**.

Nella **formula** il valore delle resistenze **R1-R2** deve essere espresso in **kiloohm** e la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**.

Poiché negli elenchi componenti il valore delle resistenze è sempre espresso in **ohm**, per convertirlo in **kiloohm** dobbiamo **dividerlo** per **1.000**.
Quindi **820 ohm** corrispondono **0,82 kiloohm** e **920 ohm** corrispondono a **0,92 kiloohm**.

Lo stesso per la capacità dei condensatori, che essendo espressa in **picofarad** va divisa per **1.000** per convertirla in **nanofarad**.
Quindi **2.200 pF** corrispondono a **2,2 nanofarad** e **10.000 pF** corrispondono a **10 nanofarad**.

Se la capacità del condensatore fosse espressa in **microfarad**, per convertirla in **nanofarad** dovremmo invece **moltiplicarla** per **1.000**.

Quindi, ad esempio, **0,47 microfarad** corrispondono a **470 nanofarad** e **1 microfarad** corrisponde a **1.000 nanofarad**.

Il valore della **frequenza** che otteniamo da questa formula è in **kilohertz**, quindi se vogliamo convertirlo in **hertz** dobbiamo **moltiplicarlo** per **1.000**.

Se dal calcolo otteniamo **15,1 kilohertz**, questa frequenza corrisponde a **15.100 hertz** e se otteniamo **0,021 kilohertz**, questa frequenza corrisponde a **21 hertz**.

Sapendo quale **frequenza** in **KHz** vogliamo prelevare dall'uscita di questo oscillatore e conoscendo già il valore delle resistenze **R1-R2**, possiamo calcolare il valore da assegnare al condensatore **C1** utilizzando questa formula:

C1 nanofarad = 700 : [(R1 + R2 kiloohm) x KHz]

Fig.444 All'interno degli integrati 7414 e 74HC14 sono presenti 6 Inverter di tipo triggerato. Nel disegno riportiamo le connessioni dei terminali viste da sopra rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul loro corpo verso sinistra.

Fig.445 Schema elettrico di un oscillatore che possiamo realizzare con gli integrati 7414 o 74HC14 utilizzando un solo Inverter di tipo triggerato. In fig.446 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità C1 in nanofarad.

Fig.446 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

Supponendo di voler ottenere una frequenza di **12 KHz** pari a **12.000 hertz**, per calcolare il valore del condensatore **C1** vi consigliamo di eseguire due operazioni: una con la sola resistenza **R1** e una con la **somma** delle resistenze **R1+R2** per verificare se il risultato che si ottiene rientra in un valore di capacità **standard**:

700 : (0,82 x 12) = 71 nanofarad

700 : (0,92 x 12) = 63 nanofarad

Poiché nessuno di questi due valori è standard possiamo scegliere una capacità compresa tra **71** e **63 nanofarad**, cioè il valore standard di **68 nanofarad** pari a **68.000 picofarad**.

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,82 kiloohm** e quindi otterremo una frequenza di:

700 : (0,82 x 68) = 12,55 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,92 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

700 : (0,92 x 68) = 11,18 kilohertz

Nella **Tabella N.23** riportiamo i valori in **KHz** delle frequenze che si ottengono ruotando il trimmer **R2** dal suo valore minimo al suo massimo e utilizzando per **C1** dei valori di capacità **standard**.

Nel caso si volesse ottenere un'escursione di frequenza molto più ampia di quanto riportato nella **Tabella N.23**, si potrebbe usare per **R1** un valore di **470 ohm** e per **R2** un trimmer da **470 ohm**.

Con questi valori ohmici e inserendo nell'oscillatore un condensatore da **68 nanofarad**, se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,47 kiloohm** e quindi otterremo una frequenza di:

700 : (0,47 x 68) = 21,90 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,94 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

700 : (0,94 x 68) = 10,95 kilohertz

TABELLA N.23

capacità condensatoreC1	Frequenza massima	Frequenza minima
1,0 nanofarad	da 853 KHz	a 760 KHz
1,5 nanofarad	da 569 KHz	a 507 KHz
2,2 nanofarad	da 388 KHz	a 345 KHz
2,7 nanofarad	da 316 KHz	a 281 KHz
3,3 nanofarad	da 258 KHz	a 230 KHz
3,9 nanofarad	da 219 KHz	a 195 KHz
4,7 nanofarad	da 181 KHz	a 162 KHz
5,6 nanofarad	da 152 KHz	a 136 KHz
6,8 nanofarad	da 125 KHz	a 112 KHz
8,2 nanofarad	da 104 KHz	a 93 KHz
10 nanofarad	da 85 KHz	a 76 KHz
18 nanofarad	da 47 KHz	a 42 KHz
22 nanofarad	da 39 KHz	a 35 KHz
33 nanofarad	da 26 KHz	a 23 KHz
39 nanofarad	da 22 KHz	a 20 KHz
47 nanofarad	da 18 KHz	a 16 KHz
56 nanofarad	da 15 KHz	a 14 KHz
68 nanofarad	da 13 KHz	a 11 KHz
82 nanofarad	da 10 KHz	a 9 KHz
100 nanofarad	da 8 KHz	a 7,6 KHz
120 nanofarad	da 7 KHz	a 6,3 KHz
180 nanofarad	da 5 KHz	a 4,2 KHz
220 nanofarad	da 4 KHz	a 3,4 KHz
470 nanofarad	da 1,8 KHz	a 1,6 KHz
560 nanofarad	da 1,5 KHz	a 1,3 KHz
680 nanofarad	da 1,2 KHz	a 1,1 KHz
820 nanofarad	da 1,0 KHz	a 0,9 KHz

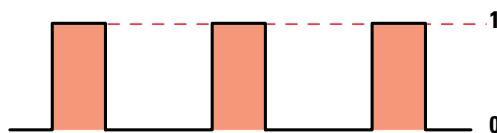



Fig.447 Il segnale ad onda quadra che fuoriesce dall'oscillatore di fig.445 non ha un duty-cycle del 50%. Vale a dire che il tempo in cui l'impulso rimane a livello logico 1 non risulta identico al tempo in cui rimane a livello logico 0. Anche se il duty-cycle non è del 50%, il valore della frequenza in uscita non varia.

OSCILLATORE con 3 INVERTER TTL non triggerati

Per realizzare un oscillatore digitale con un integrato **TTL** tipo **SN.7404** o con l'integrato **HC/Mos** tipo **74HC04** (vedi fig.448), contenente al suo interno **6 inverter non triggerati**, dobbiamo utilizzare **3 inverter** collegandoli come visibile in fig.449.

Per conoscere il valore della **frequenza** generata da questo oscillatore usiamo la formula:

KHz = 470 : [(R1 + R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

La **frequenza** che otteniamo con questa formula è sempre molto approssimativa a causa delle **tolleranze** delle resistenze e del condensatore.

Anche per questo oscillatore il valore ohmico totale di **R1+R2** non deve mai superare i **1.000 ohm**, quindi per **R1** conviene scegliere un valore di **820 ohm** e per **R2** un trimmer da **100 ohm** in modo da avere un valore totale di **920 ohm**.

Nella **formula** il valore delle resistenze **R1-R2** deve essere sempre espresso in **kiloohm** e quello del condensatore **C1** in **nanofarad**.

Il valore della **frequenza**, che viene espresso in **kilohertz**, può essere convertito in **hertz** se moltiplicato per **1.000**.

Sapendo quale **frequenza** in **KHz** desideriamo prelevare da questo oscillatore e conoscendo già il valore delle resistenze **R1-R2**, possiamo calcolare il valore da assegnare al condensatore **C1** utilizzando questa formula:

C1 nanofarad = 470 : [(R1 + R2 kiloohm) x KHz]

Supponendo di voler ottenere una frequenza di **12 KHz** pari a **12.000 hertz**, eseguiremo le due solite operazioni, una con la sola resistenza **R1** e una con la **somma** di **R1+R2**, in modo da verificare quale dei due risultati rientra in un valore di capacità **standard**:

470 : (0,82 x 12) = 47 nanofarad

470 : (0,92 x 12) = 42 nanofarad

In questo caso possiamo scegliere il valore standard di **47 nanofarad** pari a **47.000 picofarad**.

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,82 kiloohm** e quindi ot-

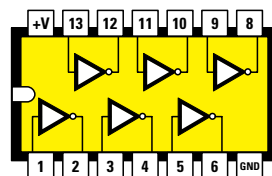
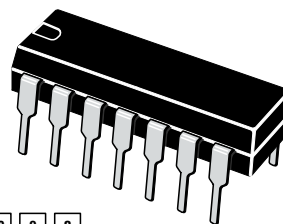



Fig.448 Nel disegno riportiamo le connessioni viste da sopra dei terminali degli integrati 7404 e 74HC04, rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul loro corpo verso sinistra.

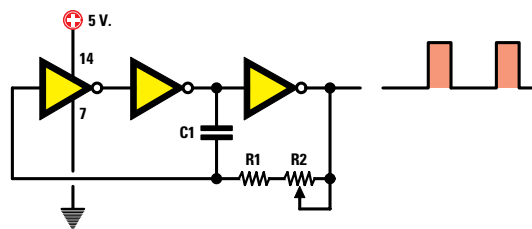



Fig.449 Schema elettrico di un oscillatore che utilizza 3 degli Inverter NON triggerati contenuti all'interno degli integrati 7404 o 74HC04. In fig.450 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità di C1 espressa in nanofarad.

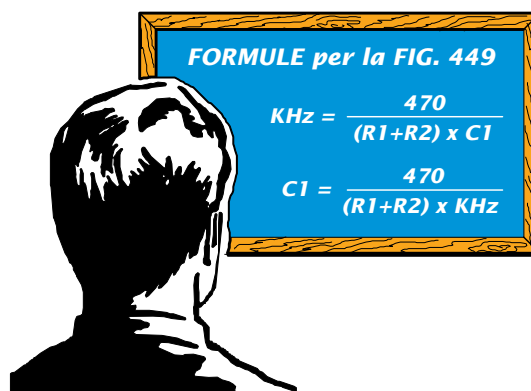



Fig.450 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

terremo una frequenza di:

470 : (0,82 x 47) = 12,19 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,92 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

470 : (0,92 x 47) = 10,86 kilohertz

Nella **Tabella N.24** riportiamo i valori in **KHz** delle frequenze che si ottengono ruotando il trimmer **R2** dal suo valore minimo al suo massimo e utilizzando per **C1** dei valori di capacità **standard**.

TABELLA N.24

capacità condensatoreC1	Frequenza massima	Frequenza minima
1,0 nanofarad	da 573 KHz	a 511 KHz
1,5 nanofarad	da 382 KHz	a 340 KHz
2,2 nanofarad	da 260 KHz	a 232 KHz
2,7 nanofarad	da 212 KHz	a 189 KHz
3,3 nanofarad	da 174 KHz	a 155 KHz
3,9 nanofarad	da 147 KHz	a 131 KHz
4,7 nanofarad	da 122 KHz	a 109 KHz
5,6 nanofarad	da 102 KHz	a 91 KHz
6,8 nanofarad	da 84 KHz	a 75 KHz
8,2 nanofarad	da 70 KHz	a 62 KHz
10 nanofarad	da 57 KHz	a 51 KHz
18 nanofarad	da 32 KHz	a 28 KHz
22 nanofarad	da 26 KHz	a 23 KHz
33 nanofarad	da 17 KHz	a 15 KHz
39 nanofarad	da 14 KHz	a 13 KHz
47 nanofarad	da 12 KHz	a 11 KHz
56 nanofarad	da 10 KHz	a 9 KHz
68 nanofarad	da 8,4 KHz	a 7,5 KHz
82 nanofarad	da 6,9 KHz	a 6,2 KHz
100 nanofarad	da 5,7 KHz	a 5,1 KHz
120 nanofarad	da 4,8 KHz	a 4,2 KHz
180 nanofarad	da 3,2 KHz	a 2,8 KHz
220 nanofarad	da 2,6 KHz	a 2,3 KHz
470 nanofarad	da 1,2 KHz	a 1,0 KHz
560 nanofarad	da 1,0 KHz	a 0,9 KHz
680 nanofarad	da 0,8 KHz	a 0,7 KHz
820 nanofarad	da 0,7 KHz	a 0,6 KHz

Nel caso si volesse ottenere un'escursione di frequenza più ampia di quanto riportato nella **Tabella N.24**, si potrebbe usare per **R1** un valore di **470 ohm** e per **R2** un trimmer da **470 ohm**.

Adoperando questi due valori ohmici e inserendo in questo oscillatore un condensatore da **47 nanofarad**, se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,47 kiloohm** e quindi otterremo una frequenza di:

470 : (0,47 x 47) = 21,27 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,94 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

470 : (0,94 x 47) = 10,63 kilohertz

Anche questo oscillatore, come il precedente, genera delle onde quadre con un **duty-cycle**, cioè con un rapporto tra le due semionde, che non è esattamente del **50%** (vedi fig.447).

OSCILLATORE con 2 INVERTER TTL non triggerati

Con un integrato **TTL** tipo **SN.7404** o con un **HC/Mos** tipo **74HC04** possiamo realizzare anche un oscillatore in grado di fornirci un'onda quadra con un **duty-cycle** del **50%** (vedi fig.451) utilizzando solo **2 inverter**.
Per calcolare il valore della **frequenza**, sempre espressa in **kilohertz**, generata da questo oscillatore, utilizziamo questa formula:

KHz = 470 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

In questo oscillatore si devono sempre usare due valori identici per le resistenze siglate **R1** e due capacità identiche per i condensatori siglati **C1**.

Sapendo quale **frequenza** in **KHz** vogliamo ottenere e conoscendo già il valore delle resistenze **R1**, possiamo calcolare il valore da assegnare ai condensatori **C1** utilizzando questa formula:

C1 nanofarad = 470 : (R1 kiloohm x KHz)

Supponendo di voler ottenere una frequenza di **12 KHz** pari a **12.000 hertz** utilizzando due resistenze **R1** da **0,47 kiloohm** pari a **470 ohm**, per i condensatori **C1** dovremo scegliere una capacità di:

470 : (0,47 x 12) = 83,33 nanofarad

Poiché questo valore **non** è standard, possiamo scegliere **82 nanofarad** pari a **82.000 picofarad**.

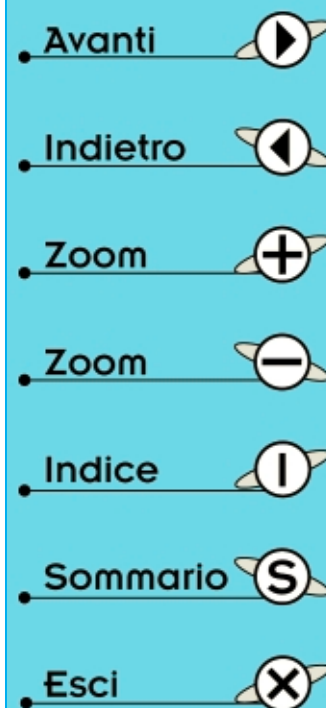
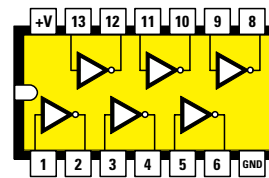
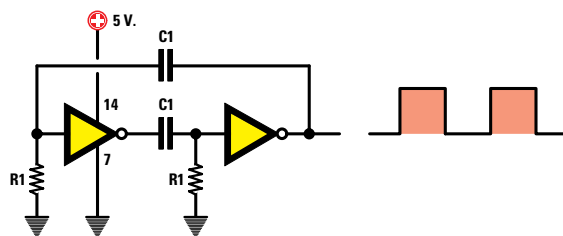
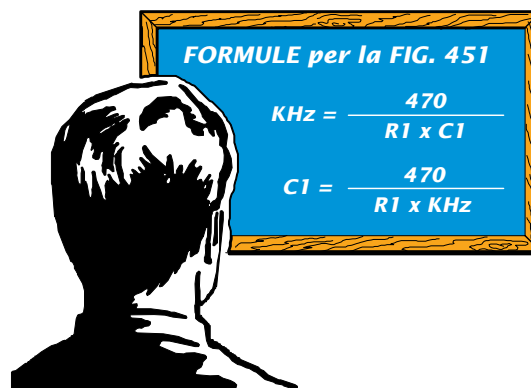



Fig.451 Utilizzando sempre gli integrati 7404 o 74HC04, contenenti 6 inverter NON triggerati, è possibile realizzare un oscillatore con solo 2 inverter. In questo schema i valori delle resistenze R1, così come delle capacità C1, devono essere identici.

Con questo valore di capacità **standard** otteniamo una frequenza di:

470 : (0,47 x 82) = 12,19 kilohertz

A causa delle **tolleranze** delle resistenze e dei condensatori, questa frequenza potrà risultare compresa tra gli **11** e i **13 KHz**.

Nota: Nelle formule riportate nella lavagna a destra, il valore delle resistenze **R1** è espresso in **kiloohm** e quello delle capacità **C1** in **nanofarad**.

OSCILLATORE con 1 INVERTER C/Mos di tipo triggerato

Oltre agli integrati **TTL** e **HC/Mos**, va presa in considerazione anche un'altra categoria di integrati, i **C/Mos**, che possiamo ugualmente utilizzare per realizzare degli oscillatori digitali.

Se vogliamo realizzare un oscillatore con un solo **inverter** (vedi fig.453), dobbiamo adoperare un **C/Mos** tipo **40106** o altri equivalenti, che contiene al suo interno **6 inverter triggerati** (vedi fig.452).

Poiché un integrato **C/Mos** può essere alimentato con una tensione compresa tra un minimo di **5 volt** e un massimo di **18 volt**, va sottolineato che la **frequenza** di un oscillatore **C/Mos** si riesce a variare non solo modificando i valori delle resistenze **R1-R2** oppure la capacità del condensatore **C1**, ma anche i **volt** della tensione di alimentazione.
Più **aumenta** il valore della tensione più **diminuisce** il valore della frequenza.

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **5 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 1.650 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **12 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 1.100 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **15 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 1.000 [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

A differenza degli schemi con integrati **TTL**, in cui il valore delle resistenze **R1+R2** non poteva superare un massimo di **1.000 ohm** pari a **1 kiloohm**, utilizzando gli integrati **C/Mos** il valore di queste due resistenze può raggiungere anche un massimo di **820.000 ohm** pari a **820 kiloohm**.
Per la resistenza **R1** possiamo quindi usare qualsiasi valore compreso tra **4.700** e **820.000 ohm** e se poi colleghiamo in **serie** a questa resistenza un trimmer da **470 - 8.200 ohm**, potremo tarare finemente il valore della **frequenza** generata.

Nella **Tabella N.25** riportiamo un esempio di come

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

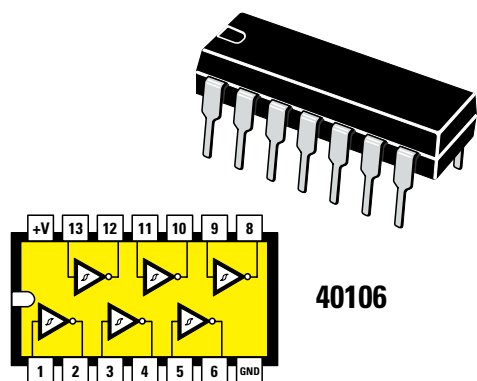



Fig.452 All'interno dell'integrato C/Mos tipo 40106 sono presenti 6 Inverter di tipo triggerato. Nel disegno riportiamo le connessioni dei terminali viste da sopra rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul suo corpo verso sinistra.

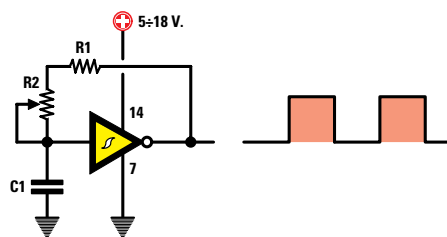



Fig.453 Schema elettrico di un oscillatore che possiamo realizzare con l'integrato C/Mos tipo 40106 utilizzando un solo Inverter di tipo triggerato. In fig.454 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità di C1 in nanofarad.

Fig.454 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

cambiano i valori della **frequenza** alimentando l'integrato **C/Mos** a **5 - 12 - 15 volt**, utilizzando un condensatore di capacità standard da **10 nanofarad** e variando il valore della sola resistenza **R1** oppure del trimmer **R2**.

Se si vogliono utilizzare dei condensatori o delle resistenze di diverso valore, si può ricavare la **frequenza** espressa in **KHz** utilizzando le tre formule che abbiamo riportato sopra.

TABELLA N.25

CAPACITA' C1 = 10 nanofarad pari a 10.000 pF

R1+R2 in kiloohm	Tensione di alimentazione 5 volt	12 volt	15 volt
4,7	35,1 KHz	23,4 KHz	21,2 KHz
10	16,5 KHz	11,0 KHz	10,0 KHz
22	7,5 KHz	5,0 KHz	4,5 KHz
47	3,5 KHz	2,3 KHz	2,1 KHz
56	2,9 KHz	1,9 KHz	1,7 KHz
68	2,4 KHz	1,6 KHz	1,4 KHz
82	2,0 KHz	1,3 KHz	1,2 KHz
100	1,6 KHz	1,1 KHz	1,0 KHz
220	0,75 KHz	0,50 KHz	0,45 KHz
470	0,35 KHz	0,23 KHz	0,21 KHz
820	0,20 KHz	0,13 KHz	0,12 KHz

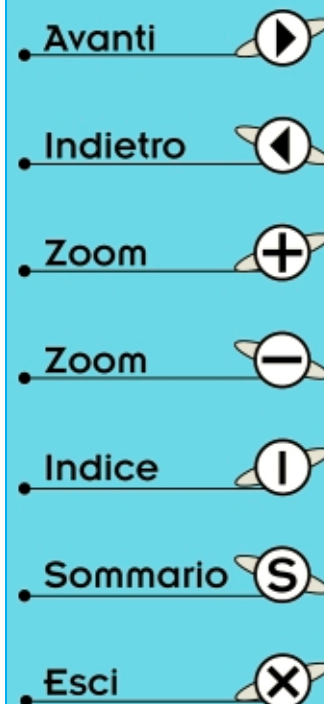
A differenza dell'identico oscillatore realizzato con un integrato **TTL** o **HC/Mos** (vedi fig.444), questo che utilizza un **C/Mos** fornisce in uscita un'**onda quadra** con un **duty-cycle** del **50%**.

OSCILLATORE con 3 INVERTER C/Mos non triggerati

Per poter realizzare un oscillatore con un integrato **C/Mos** tipo **4069** o altri equivalenti contenente al suo interno **6 inverter non triggerati** (vedi fig.455), ci occorrono **3 inverter** che collegheremo come visibile in fig.456.
Anche con questo schema si riesce a variare la **frequenza** generata dall'oscillatore modificando i valori delle resistenze **R1-R2** oppure del condensatore **C1** o anche i **volt** di alimentazione.

Più **aumenta** il valore della tensione più **diminuisce** il valore della frequenza.

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **5 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 630 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **12 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 660 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **15 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 690 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Con tutti gli integrati **C/Mos** il valore delle resistenze **R1+R2** può tranquillamente arrivare a **820.000 ohm** pari a **820 kiloohm**.

Nella **Tabella N.26** riportiamo un esempio di come cambiano i valori della **frequenza** alimentando l'integrato **C/Mos** a **5 - 12 - 15 volt**, utilizzando un condensatore di capacità standard da **10 nanofarad** e variando il valore della sola resistenza **R1** oppure del trimmer **R2**.

Se si vogliono utilizzare dei condensatori o delle resistenze di diverso valore, si può ricavare la **frequenza** espressa in **KHz** utilizzando le tre formule che abbiamo riportato sopra.

TABELLA N.26

CAPACITA' C1 = 10 nanofarad pari a 10.000 pF

R1+R2	Tensione di alimentazione		
in kiloohm	5 volt	12 volt	15 volt
4,7	13,4 KHz	14,0 KHz	14,7 KHz
10	6,30 KHz	6,60 KHz	6,90 KHz
22	2,86 KHz	3,00 KHz	3,13KHz
47	1,34 KHz	1,40 KHz	1,46 KHz
56	1,12 KHz	1,17 KHz	1,23 KHz
68	0,92 KHz	0,97 KHz	1,01 KHz
82	0,76 KHz	0,80 KHz	0,84 KHz
100	0,63 KHz	0,66 KHz	0,69 KHz
220	0,28 KHz	0,30 KHz	0,31 KHz
470	0,13 KHz	0,14 KHz	0,15 KHz
820	0,07 KHz	0,08 KHz	0,08 KHz

OSCILLATORE con 2 INVERTER C/Mos non triggerati

Con un integrato **C/Mos** tipo **4069** contenente al suo interno **6 inverter non triggerati**, possiamo realizzare un oscillatore con **2** soli **inverter** (vedi fig.459), in grado di fornirci un'onda quadra con un **duty-cycle** del **50%**.

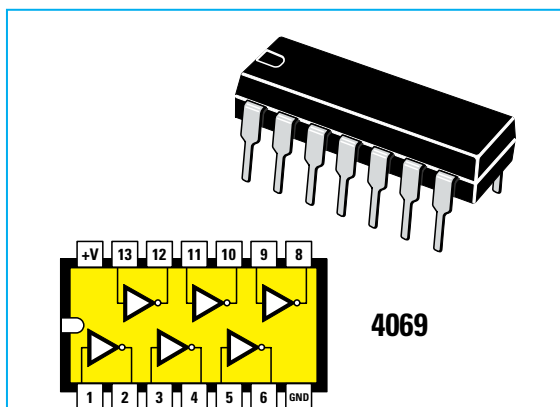



Fig.455 All'interno dell'integrato C/Mos tipo 4069 sono presenti 6 Inverter di tipo NON triggerato. Nel disegno riportiamo le connessioni dei terminali viste da sopra rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul suo corpo verso sinistra.

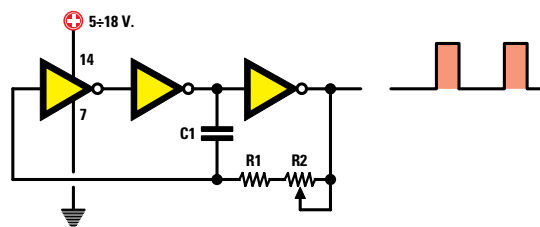



Fig.456 Schema elettrico di un oscillatore che utilizza 3 degli Inverter NON triggerati contenuti all'interno dell'integrato 4069. In fig.457 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità di C1 espressa in nanofarad.

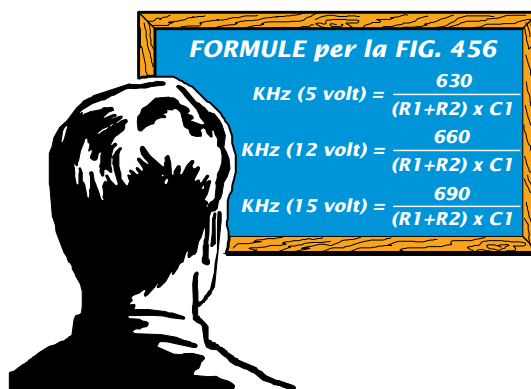



Fig.457 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

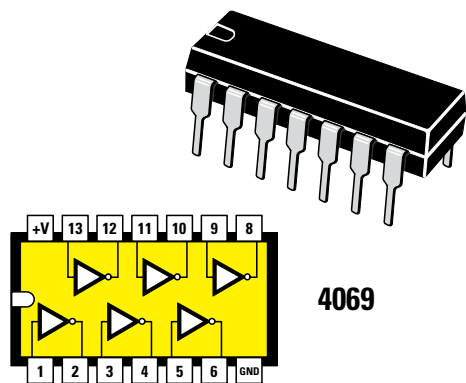



Fig.458 In questa figura riportiamo nuovamente le connessioni viste da sopra dell'integrato C/Mos tipo 4069 con la tacca di riferimento a U rivolta a sinistra.

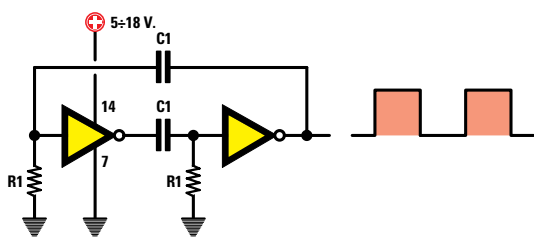



Fig.459 Con l'integrato C/Mos tipo 4069, contenente al suo interno 6 Inverter di tipo NON triggerato, è possibile realizzare un oscillatore utilizzando solo 2 inverter. In questo schema i valori delle resistenze R1, come anche le capacità dei condensatori C1, devono essere identici.

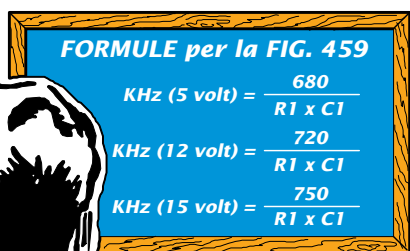



Fig.460 Il valore delle resistenze R1 deve essere espresso in kiloohm e quello delle capacità C1 in nanofarad.

Anche in questo schema si riesce a variare la **frequenza** generata dall'oscillatore modificando i valori delle resistenze **R1** oppure dei condensatori **C1** o anche i **volt** di alimentazione.

Più **aumenta** il valore della tensione più **diminuisce** il valore della frequenza.

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **5 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 680 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **12 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 720 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **15 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

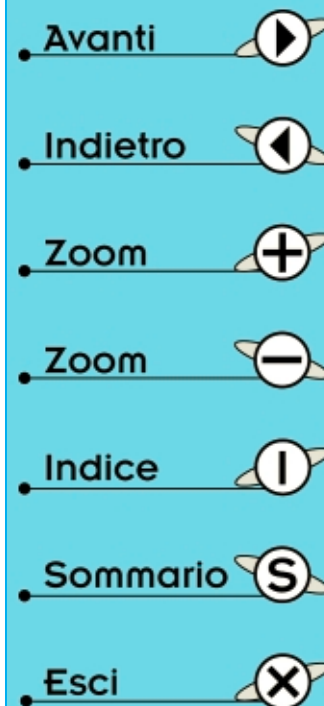
KHz = 750 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

Il valore delle resistenza **R1** può raggiungere, con questo oscillatore **C/Mos**, un valore massimo di **820.000 ohm** pari a **820 kiloohm**.

Nella **Tabella N.27** riportiamo un esempio di come cambiano i valori della **frequenza** alimentando l'integrato **C/Mos** a **5 - 12 - 15 volt**, utilizzando due condensatori di capacità standard da **10 nanofarad** e variando il valore della sola resistenza **R1**.

TABELLA N.27

CAPACITA' C1 = 10 nanofarad pari a 10.000 pF

Valore R1 in kiloohm	Tensione di alimentazione 5 volt	12 volt	15 volt
4,7	14,4 KHz	15,3 KHz	15,9 KHz
10	6,80 KHz	7,20 KHz	7,50 KHz
22	3,09 KHz	3,27 KHz	3,40 KHz
47	1,44 KHz	1,53 KHz	1,59 KHz
56	1,21 KHz	1,25 KHz	1,34 KHz
68	1,00 KHz	1,05 KHz	1,10 KHz
82	0,83 KHz	0,85 KHz	0,91 KHz
100	0,68 KHz	0,70 KHz	0,75 KHz
220	0,30 KHz	0,32 KHz	0,34 KHz
470	0,14 KHz	0,15 KHz	0,16 KHz
820	0,08 KHz	0,08 KHz	0,09 KHz

OSCILLATORE con un integrato NE.555

Un oscillatore ad **onda quadra** si può ottenere anche utilizzando l'integrato **timer** siglato **NE.555** (vedi fig.461) che può essere alimentato con una tensione che da un minimo di **5 volt** può raggiungere un massimo di **18 volt**.

Per variare la **frequenza** dello schema riportato in fig.462 è sufficiente variare il valore delle resistenze **R1-R2** oppure quello del condensatore **C1**.

Conoscendo i valori di **R1-R2** in **kiloohm** e la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**, possiamo calcolare il valore in **KHz** della **frequenza** generata utilizzando questa formula:

KHz = 1,44 : [(R1 + R2 + R2) x C1]

In questa formula dobbiamo **sommare** due volte il valore della resistenza **R2**, collegata tra i piedini **7** e **2-6** dell'integrato **NE.555**.

Realizzando ad esempio un circuito con questi valori di componenti:

R1 = 2.200 ohm pari a **2,2 kiloohm**
R2 = 4.700 ohm pari a **4,7 kiloohm**
C1 = 1.000 pF pari a **1 nanofarad**

dal piedino d'uscita **3** dell'integrato **NE.555** preleviamo una **frequenza** di:

1,44 : [(2,2 + 4,7 + 4,7) x 1] = 0,124 KHz

Moltiplicandola per **1.000**, possiamo convertire questa frequenza da **kilohertz** in **hertz** ottenendo così **124 hertz**.

Tenete presente che con l'integrato **NE.555** il valore della frequenza d'uscita **non varia** al variare della tensione di alimentazione.

Fig.461 Con un integrato NE.555 è possibile realizzare un oscillatore ad onda quadra in grado di lavorare fino a una frequenza massima di circa 500 kilohertz.

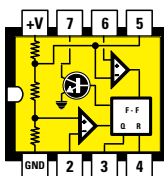
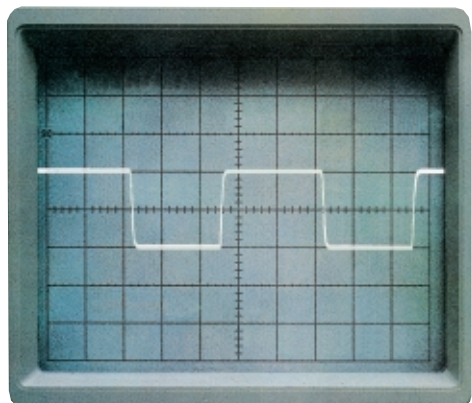
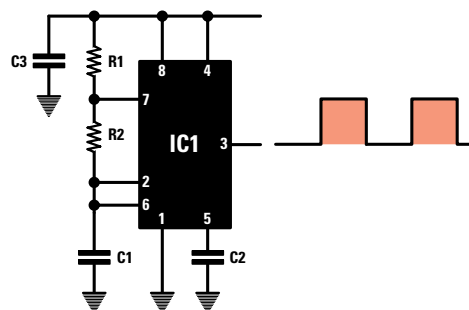



Fig.462 Schema elettrico di un oscillatore che utilizza l'integrato NE.555. In questo schema non dobbiamo usare per la resistenza R1 un valore minore di 1.000 ohm. Per C2 possiamo usare una capacità di 10.000 picofarad e per C3 una capacità di 100.000 picofarad. Nella fig.463 trovate la formula per calcolare il valore della frequenza che fuoriesce dal piedino 3.

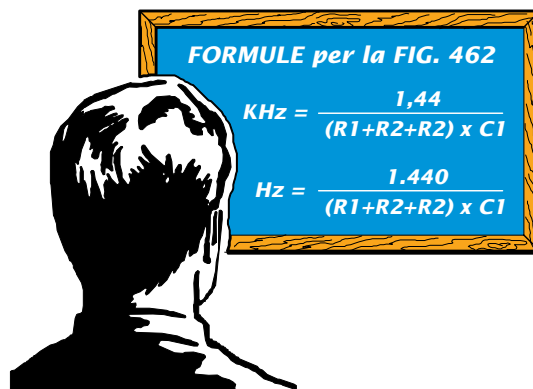



Fig.463 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.
Un valore in ohm può essere convertito in kiloohm dividendolo per 1.000; una capacità in picofarad può essere convertita in nanofarad dividendola sempre per 1.000

OSCILLATORI a QUARZO con integrato TTL - HC/MOS - C/MOS

Gli **integrati digitali** vengono utilizzati anche per far oscillare i **quarzi** fino a una frequenza massima di circa **15 MHz**.
Questi oscillatori vengono normalmente impiegati per generare delle frequenze molto stabili, che risultano indispensabili per realizzare **timer**, **orologi**, **frequenzimetri digitali** ecc.

Tenete comunque presente che gli **oscillatori digitali** fanno oscillare un **quarzo** solo sulla sua frequenza **fondamentale**, quindi se adoperate un quarzo **overtone** in **3°** o **5° armonica** (vedi Lezione **N.25**) che sull'involucro riporti **27-71-80 MHz**, non illudetevi di ottenere queste frequenze.

Un quarzo da **27 MHz** in **3° armonica** ci fornirà una frequenza di:

27 : 3 = 9 MHz

Un quarzo da **71 MHz** in **3° armonica** ci fornirà una frequenza di:

71 : 3 = 23,666 MHz

Un quarzo da **80 MHz** in **5° armonica** ci fornirà una frequenza di:

80 : 5 = 16 MHz

INTEGRATI TTL, HC/Mos e C/Mos

Se utilizziamo degli integrati **TTL**, la cui sigla inizia sempre con il numero **74**, oppure degli integrati **HC/Mos**, la cui sigla inizia con **74HC**, dovremo sempre alimentarli con una tensione di **5 volt** e poiché sono molti **veloci**, potremo farli oscillare fino e oltre i **20 MHz**.

Se utilizziamo degli integrati **C/Mos**, la cui sigla inizia sempre con i numeri **40** o **45**, potremo alimentarli con una tensione minima di **5 volt** e una tensione massima di circa **16-18 volt**, ma poiché, rispetto ai precedenti, sono più **lenti**, non riusciremo mai a farli oscillare su frequenze maggiori a **4 Megahertz**.

Inoltre, negli oscillatori quarzati a **C/Mos** il valore della frequenza del **quarzo** non cambia, pur variando la tensione di alimentazione da **5** a **16 volt**.

OSCILLATORE con 1 INVERTER HC/Mos

Per far oscillare un **quarzo** con un integrato **HC/Mos** tipo **74HC04** composto da **6 inverter non triggerati** (vedi fig.464), ci basta **1** solo **inverter** collegato come visibile in fig.466.

Con questo circuito si riesce a far oscillare qualsiasi tipo di **quarzo** fino a una frequenza massima di circa **25 MHz**.

Il compensatore **C2** da **10/60 pF**, posto tra la resistenza **R2** e la **massa**, serve non solo per cercare la giusta capacità che consentirà al quarzo di eccitarsi, ma anche per correggere leggermente la sua frequenza di oscillazione.

Questo integrato **HC/Mos** va alimentato con una tensione stabilizzata di **5 volt**.

7404 - 74HC04

7400 - 74HC00

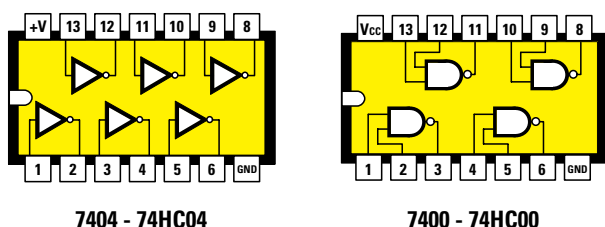
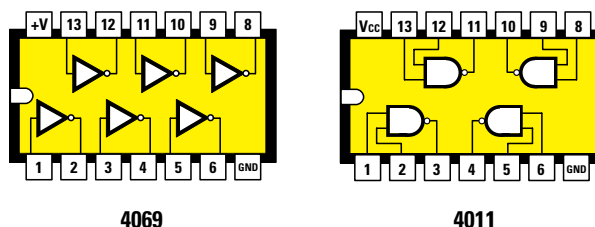



Fig.464 Connessioni viste da sopra degli integrati TTL e HC/Mos. Questi integrati vanno alimentati con una tensione stabilizzata di 5 volt.

Fig.465 Connessioni viste da sopra degli integrati C/Mos. Questi integrati possono essere alimentati con una tensione compresa tra 5 e 18 volt.

4069

4011

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

OSCILLATORE con Nand tipo HC/Mos

Con un integrato **HC/Mos** tipo **74HC00** composto da **4 Nand** (vedi fig. 464), basta collegare insieme i **2 ingressi** per trasformare una porta **Nand** in una porta **inverter**.

Infatti se confrontate lo schema di fig.466 con quello di fig.467 non noterete nessuna differenza.

Con questo circuito si riesce a far oscillare qualsiasi tipo di **quarzo** fino a una frequenza massima di circa **25 MHz**.
Il compensatore **C2** da **10/60 pF**, posto tra la resistenza **R2** e la **massa** serve non solo per cercare la giusta capacità che consentirà al quarzo di eccitarsi, ma anche per correggere leggermente la sua frequenza di oscillazione.

Vi ricordiamo che tutti gli integrati **HC/Mos** vanno alimentati con una tensione stabilizzata di **5 volt**.

OSCILLATORE con 3 INVERTER TTL

Per riuscire a far oscillare un **quarzo** con un integrato **TTL** tipo **SN.7404** o altri equivalenti, che contiene al suo interno **6 inverter non triggerati** (vedi fig.464), dobbiamo utilizzare **3 inverter** collegandoli come visibile in fig.468.
Con questo circuito si riesce a far oscillare qualsiasi **quarzo** fino a una frequenza massima di circa **15 Megahertz**.

Se qualche quarzo ha **difficoltà** a oscillare, basterà **ridurre** il valore delle due resistenze **R1-R2** portandole dagli attuali **680 ohm** a soli **560 ohm**.

Come abbiamo già avuto modo di ricordarvi, gli integrati **TTL** vanno sempre alimentati con una tensione di **5 volt**.

OSCILLATORE con INVERTER C/Mos

Se abbiamo un integrato **C/Mos** tipo **4069**, composto da **6 inverter non triggerati** (vedi fig.465), per realizzare un oscillatore noi possiamo utilizzare lo schema riportato in fig.469 modificando il solo valore della resistenza **R1** che da **4,7 Megaohm** andrà abbassato a **1,2-1,0 Megaohm**.

Ricordatevi comunque che gli oscillatori **C/Mos non** potranno mai far oscillare un **quarzo** la cui frequenza superi i **4 MHz**.

Gli integrati **C/Mos** vanno alimentati con una tensione non minore di **5 volt** né maggiore di **18 volt**.

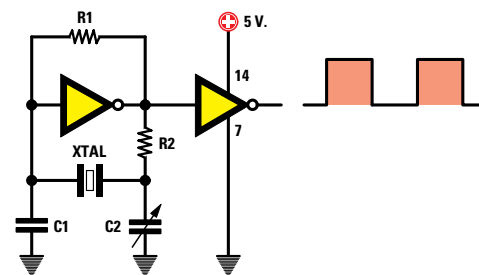



Fig.466 Utilizzando un solo inverter HC/Mos tipo 74HC04, noi riusciamo a far oscillare un qualsiasi quarzo utilizzando questo schema. Se utilizzate un integrato TTL tipo 7404 il circuito non funziona.

R1 = 4,7 Megaohm
R2 = 3.300 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

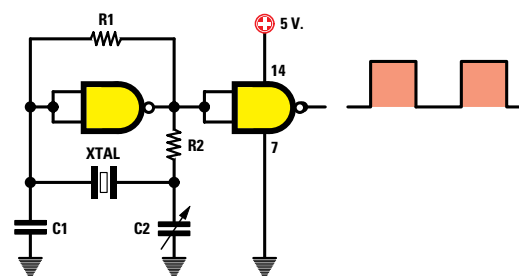



Fig.467 Collegando insieme i due ingressi di un Nand HC/Mos tipo 74HC00, lo trasformiamo in un Inverter, quindi questo schema risulta identico a quello riportato in fig.466. Se utilizzate un integrato TTL tipo 7400 il circuito non funziona.

R1 = 4,7 Megaohm
R2 = 3.300 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

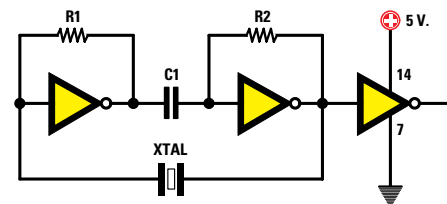



Fig.468 Per far oscillare un quarzo con un integrato TTL tipo 7404, dovete utilizzare 2 degli inverter contenuti al suo interno, collegandoli come visibile in figura.

R1 = 680 ohm
R2 = 680 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico

OSCILLATORE con Nand tipo C/Mos

Collegando insieme i **2 ingressi** di un integrato **C/Mos** tipo **4011** composto da **4 Nand** (vedi fig.465) trasformiamo le porte **Nand** in una porta **inverter**.

Infatti, se confrontate lo schema di fig.470 con quello di fig.471, non noterete nessuna differenza.

Sappiate che gli oscillatori a **C/Mos** riescono a far oscillare un **quarzo** solo se hanno una frequenza di lavoro minore di **4 MHz**.

Un qualsiasi oscillatore **C/Mos** può essere alimentato con una tensione compresa tra **5-18 volt**.

GLI ULTIMI CONSIGLI

In tutti i circuiti che utilizzano degli integrati digitali è buona norma applicare sempre tra il piedino **positivo** di alimentazione, indicato con la sigla **Vcc**, e quello di **massa**, indicato con la sigla **GND**, un condensatore che provveda a eliminare i **disturbi spuri** generati dalle commutazioni dei livelli sulle uscite delle porte logiche.

Questo condensatore, che normalmente risulta di **10.000 - 47.000 - 100.000 pF**, va saldato il più vicino possibile alle **piste** in **rame** che partono dallo **zoccolo** di ogni integrato.

LA TOLLERANZA dei QUARZI

Anche i **quarzi**, come qualsiasi altro componente elettronico, hanno una loro **tolleranza** e anche se si tratta di valori veramente **irrisori**, questa non permetterà mai di prelevare dalla loro uscita una **esattissima** frequenza.
Quindi non bisogna meravigliarsi se da un quarzo da **10 MHz**, che in teoria dovrebbe fornire una esatta frequenza di **10.000.000 hertz**, si ottiene invece una frequenza di **9.999.800 hertz** oppure di **10.000.500 hertz**.

A parte la **tolleranza**, i quarzi vengono influenzati anche dalla **temperatura**.

Se la temperatura **aumenta**, la **frequenza scende** di circa uno **0,003%** per grado.

Se la temperatura **scende**, la **frequenza aumenta** di circa uno **0,003%** per grado.

Il **compensatore** che troviamo inserito in tutti gli oscillatori a quarzo, ci permetterà di correggere piccole tolleranze di poche **centinaia** di **hertz**.

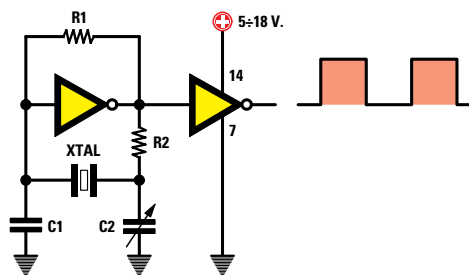



Fig.469 Utilizzando un integrato C/Mos tipo 4069, noi riusciamo a far oscillare un qualsiasi quarzo utilizzando un solo inverter. Rispetto allo schema di fig.466, dovremo abbassare il solo valore di R1.

R1 = 1,0 - 1,2 Megaohm
R2 = 2.700 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

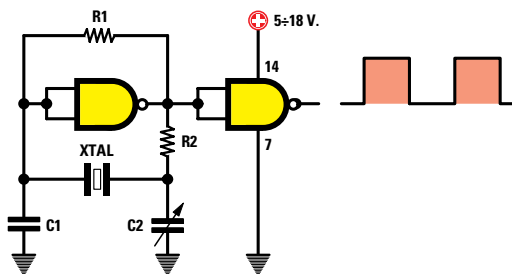



Fig.470 Collegando insieme i due ingressi di un Nand C/Mos tipo 4011, lo trasformiamo in un Inverter, quindi questo schema è identico a quello in fig.469.

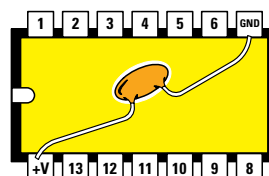
R1 = 1,0 - 1,2 Megaohm
R2 = 2.700 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

INTEGRATO VISTO DA SOTTO

Fig.471 In un qualsiasi oscillatore che utilizza degli integrati digitali, siano essi TTL - HC/Mos - C/Mos, dobbiamo sempre applicare tra il terminale Vcc e il terminale GND un condensatore ceramico da 10.000 pF oppure da 47.000 o 100.000 pF in modo da eliminare tutti i disturbi spuri generati internamente dall'integrato.

CONVERTIRE la gamma dei 27 MHz sulle ONDE MEDIE

Nella **Lezione N.27** vi abbiamo insegnato a realizzare un **trasmettitore** per la gamma **CB**, in grado d'inviare a diversi chilometri di distanza la vostra voce, ma, per poterla ascoltare, ora vi servirebbe un ricevitore per **Onde Corte** in grado di sintonizzarsi sulle frequenze comprese tra **26,9** e **27,4 MHz**.

Per non farvi acquistare un costoso ricevitore per **Onde Corte**, oggi vi insegniamo a trasformare una qualsiasi **supereterodina** per **Onde Medie** in un **sensibile** ricevitore per **CB**, applicando **esternamente** un circuito chiamato **convertitore.**

Una volta che l'avrete realizzato, scoprirete che sintonizzandovi sulle frequenze dei **600-1.100 KHz** riuscirete ad ascoltare tutti i **CB** locali.

Precisiamo subito che le ore più propizie per ascoltarli sono quelle serali oppure i giorni festivi, poichè durante il giorno molti **CB** sono al lavoro.

Se a qualche decina di chilometri da casa vostra passa un'autostrada, potrete ascoltare anche i **camionisti CB** che "chiacchierano" tra loro durante il viaggio.

Ovviamente, questo **convertitore** vi servirà anche per ascoltare il segnale del vostro **trasmettitore**, ma per farlo vi consigliamo di **non** tenere il ricevitore nella stessa stanza perchè, se alzerete leggermente il **volume**, udrete solo un **forte fischio** causato dal microfono che, amplificando il segnale emesso dall'altoparlante, genera una reazione.

CONVERTIRE i 27 MHz sulle ONDE MEDIE

Se avete letto attentamente la **Lezione N.26** dove abbiamo spiegato come funziona un ricevitore **supereterodina**, saprete già che **miscelando** due diverse **frequenze** se ne riesce ad ottenere una **terza** di valore completamente diverso.

Per **convertire** le frequenze dei **CB** sulla gamma delle **Onde Medie**, si sfrutta lo stesso principio della supereterodina, cioè si **miscela** la frequenza captata con un segnale prelevato da un **oscillatore** interno, in modo da ottenere una **terza** frequenza che rientri nella gamma dei **500-1.600 KHz**.

Per spiegarvi come funziona questo **convertitore**, in fig.472 vi proponiamo uno schema **"teorico"**.

Il primo **mosfet**, siglato **MFT1**, provvede ad amplificare il segnale dei **27 MHz** captato dall'antenna. Poichè sul terminale **S**ource di questo **mosfet** viene applicata una frequenza di **28 MHz** prelevata dallo stadio **oscillatore** composto dal **fet** siglato **FT1**, sul suo piedino d'uscita **D**rain saranno disponibili queste **quattro** frequenze:

F1 = la frequenza dei **27 MHz** sintonizzata dalla bobina **L1** e dal condensatore **C1**.

F2 = la frequenza dei **28 MHz** generata dal **quarzo XTAL** applicato sullo stadio oscillatore **FT1**.

F3 = la frequenza ottenuta dalla **somma** di **F1+F2**, cioè **27 + 28 = 55 MHz**.

F4 = la frequenza ottenuta dalla **sottrazione F2-F1**, vale a dire **28 - 27 = 1 MHz**.

Poichè nel **D**rain del mosfet **MFT1** è inserita una **MF1** che si accorda su una banda compresa tra **0,6-1,1 MHz**, dal suo **secondario** viene prelevata la sola frequenza **F4** ottenuta dalla sottrazione **F2–F1**.

Tutte le altre frequenze, cioè i **27-28-55 MHz**, sono automaticamente ignorate e scartate.

Sempre nella **Lezione N.26** abbiamo affermato che l'**oscillatore** di una **supereterodina** deve generare una frequenza **maggiore** rispetto a quella della **sintonia**, in modo da ottenere dalla loro **differenza** una frequenza **fissa**, che può risultare di **455 KHz** oppure di **10,7 MHz**.

Quindi, se variamo la frequenza di **sintonia** di una supereterodina, dobbiamo automaticamente variare anche la frequenza dell'**oscillatore** locale.

Osservando invece lo schema elettrico di fig.472, si può notare che la frequenza dell'**oscillatore** di questo convertitore rimane sempre **fissa** sul valore di **28 MHz** (vedi **XTAL**).

Tenendo **fissa** la frequenza dello stadio **oscillatore**, per **convertire** la frequenza **captata** in una **terza frequenza**, è necessario variare la frequenza della **MF1**.

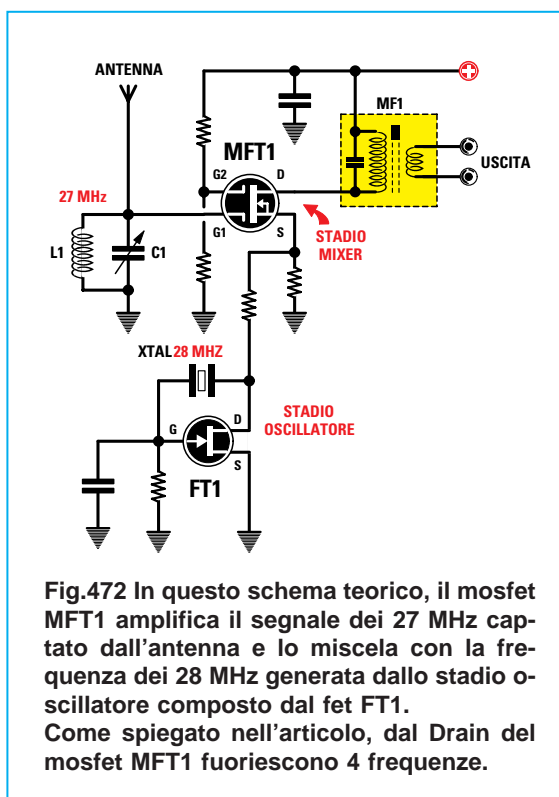



Fig.472 In questo schema teorico, il mosfet MFT1 amplifica il segnale dei 27 MHz captato dall'antenna e lo miscela con la frequenza dei 28 MHz generata dallo stadio oscillatore composto dal fet FT1.
Come spiegato nell'articolo, dal Drain del mosfet MFT1 fuoriescono 4 frequenze.

Nella **prima** colonna della **Tabella N.28** è riportata la **F2**, cioè la frequenza dei **28 MHz** generata dallo stadio **oscillatore**, nella **seconda** colonna la frequenza **F1** che giunge sull'ingresso del **convertitore** e nella **terza** colonna la frequenza che si ottiene **sottraendo** da **F2** il valore della **F1**.

TABELLA N.28

Frequenza Oscillatore F2	Frequenza da ricevere F1	Frequenza di conversione F2-F1
28.000 KHz	26.900 KHz	1.100 KHz
28.000 KHz	26.950 KHz	1.050 KHz
28.000 KHz	27.000 KHz	1.000 KHz
28.000 KHz	27.050 KHz	950 KHz
28.000 KHz	27.100 KHz	900 KHz
28.000 KHz	27.150 KHz	850 KHz
28.000 KHz	27.200 KHz	800 KHz
28.000 KHz	27.250 KHz	750 KHz
28.000 KHz	27.300 KHz	700 KHz
28.000 KHz	27.350 KHz	650 KHz
28.000 KHz	27.400 KHz	600 KHz

Nota: in questa Tabella abbiamo inserito le frequenze espresse in **KHz** anzichè in **MHz**, per ottenere, nella **terza** colonna, il valore della frequenza sulla quale dobbiamo sintonizzare il ricevitore per **Onde Medie** per ricevere la frequenza **F2-F1**.

Quindi se sintonizziamo il ricevitore **Onde Medie** sui **600 KHz**, per sapere su quale frequenza siamo sintonizzati dobbiamo **sottrarre** questo numero ai **28.000 KHz** del **quarzo**:

28.000 – 600 = 27.400 KHz

Così, se captiamo un **CB** sintonizzando il ricevitore **Onde Medie** sulla frequenza degli **850 KHz**, sapremo che questo trasmette sui:

28.000 – 850 = 27.150 KHz

Se captiamo un secondo **CB** sintonizzando il ricevitore delle **Onde Medie** sulla frequenza dei **1.000 KHz**, sapremo che questo trasmette sui:

28.000 – 1.000 = 27.000 KHz

Pertanto, variando la sintonia del ricevitore per **Onde Medie** da **600 KHz** fino a **1.100 KHz**, riusciremo ad ascoltare tutti i **CB** locali.

In pratica, utilizzando questo **convertitore** avremo a disposizione una **supereterodina** a **doppia conversione**.

Infatti, la **prima conversione** viene eseguita dal **convertitore**, che provvede a convertire tutte le frequenze dei **26.900-27.400 KHz** in un valore di **media frequenza** compreso tra **600-1.100 KHz**.

La **seconda conversione** viene compiuta dal ricevitore per **Onde Medie**, che provvede a convertire i **600-1.100 KHz** sul valore della sua **media frequenza**, normalmente pari a **455 KHz**.

SCHEMA ELETTRICO

Passando dallo schema **teorico** di fig.472 al definitivo riportato in fig.474 si può notare che, per realizzarlo, occorrono un **fet** tipo **J.310** (vedi **FT1**) e un integrato siglato **NE.602** (vedi **IC1**), provvisto internamente di uno stadio **preamplificatore**, uno stadio **oscillatore** e uno stadio **miscelatore** (vedi fig.473).

Il primo fet **FT1** viene utilizzato come stadio preamplificatore **RF** con **G**ate a **massa**, per avere sul suo **S**ource un valore d'**impedenza** che si aggiri normalmente intorno ai **50-70 ohm**.

Il segnale captato dall'antenna, prima di raggiungere l'ingresso **S**ource, passa attraverso un filtro **passa-banda** (vedi **JAF1-JAF2**), che provvede a lasciar passare le sole frequenze dei **26-28 MHz**.

Tutte le frequenze minori di **26 MHz** o maggiori di

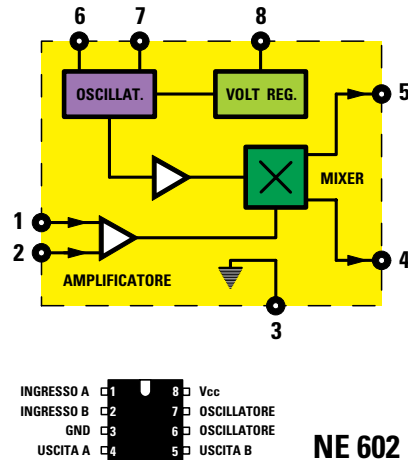



Fig.473 Nel convertitore di fig.474 abbiamo utilizzato l'integrato NE.602 come stadio oscillatore e miscelatore.

28 MHz non verranno amplificate, perchè **non** riusciranno a raggiungere il **S**ource del fet.

Osservando lo schema elettrico di fig.474 si può notare che, in **parallelo** alla bobina **JAF1** del primo filtro, sono collegati in **serie** una capacità di **33 pF** (vedi **C1**) con una capacità di **220 pF** (vedi **C2**).

Queste due capacità di **33-220 pF** servono solo per **adattare** l'alta impedenza del circuito di **sintonia**, che si aggira sui **3.000 ohm**, con la bassa impedenza dell'antenna che normalmente si aggira intorno ai **50-52 ohm**.

Per ricavare il valore di **C1-C2**, bisogna eseguire queste semplici operazioni:

1° operazione - Calcolare quale **capacità** si dovrebbe applicare in **parallelo** alla bobina **JAF1** del valore di **1 microhenry**, per poterla sintonizzare sulla frequenza **centrale** dei **27 MHz**, utilizzando questa formula:

pF = 25.300 : (MHz x MHz x microhenry)

Inserendo nella formula la **frequenza** in **MHz** e il valore della **JAF1** in **microhenry** otteniamo:

25.300 : (27 x 27 x 1) = 34,7 picofarad

Questo sarebbe il valore di **capacità** da collegare in parallelo alla bobina **JAF1**, per poterla sintonizzare sulla frequenza **centrale** dei **27 MHz**.

2° operazione - Sapendo che l'impedenza alle e-

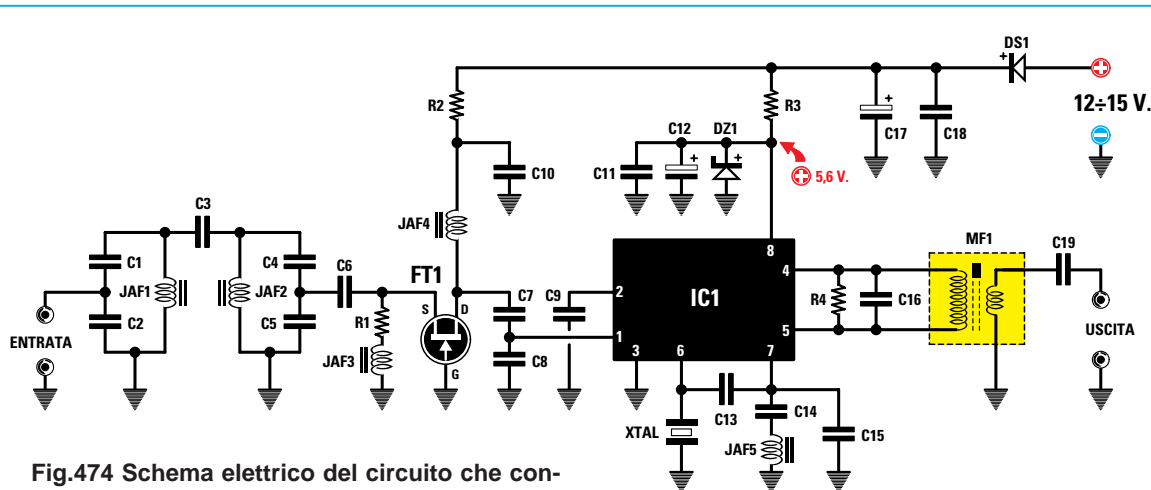



Fig.474 Schema elettrico del circuito che converte i 27 MHz sulla gamma Onde Medie.

stremità della bobina **JAF1** risulta di circa **3.000 ohm**, per poterla adattare sul valore di **50-52 ohm** dell'antenna, bisogna realizzare un **partitore capacitivo**; per calcolare il valore dei due condensatori **C1-C2** dobbiamo prima conoscere quale **rapporto** esiste tra essi utilizzando la formula:

rapporto C1-C2 = $\sqrt{(3.000 : 51) - 1}$

Come prima operazione eseguiremo la **radice quadrata**, poi sottrarremo **1**:

$\sqrt{(3.000 : 51) - 1}$ **= 6,669 rapporto C1-C2**

3° operazione - Sapendo che per accordare la bobina **JAF1** sui **27 MHz** si dovrebbe applicare ai suoi capi una **capacità** di **34,7 picofarad**, ora che conosciamo il **rapporto** che deve esistere tra queste due capacità, possiamo calcolare il valore del condensatore **C2** utilizzando la formula:

C2 in pF = capacità C1 x rapporto

quindi per **C2** dobbiamo utilizzare una capacità di:

34,7 x 6,669 = 231,41 pF

Poichè i valori di **C1** e di **C2** non sono standard, scegliamo quelli più prossimi, quindi per **C1** usiamo **33 pF** e per **C2** usiamo **220 pF**.

La formula da svolgere per conoscere la capacità totale dei due condensatori **C1-C2** collegati in **serie**, è la seguente:

capacità = (C1 x C2) : (C1 + C2)

(33 x 220) : (33 + 220) = 28,69 pF

ELENCO COMPONENTI LX.5043

R1 = 68 ohm
R2 = 100 ohm
R3 = 470 ohm
R4 = 10.000 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 220 pF ceramico
C3 = 2,2 pF ceramico
C4 = 33 pF ceramico
C5 = 220 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 47 pF ceramico
C8 = 100 pF ceramico
C9 = 100.000 pF ceramico
C10 = 100.000 pF ceramico
C11 = 100.000 pF ceramico
C12 = 10 microF. elettrolitico
C13 = 22 pF ceramico
C14 = 1.000 pF ceramico
C15 = 47 pF ceramico
C16 = 100 pF ceramico
C17 = 47 microF. elettrolitico
C18 = 100.000 pF poliestere
C19 = 100 pF ceramico
JAF1 = impedenza 1 microhenry
JAF2 = impedenza 1 microhenry
JAF3 = impedenza 47 microhenry
JAF4 = impedenza 1 microhenry
JAF5 = impedenza 1 microhenry
XTAL = quarzo 28 MHz
MF1 = media freq. 455 KHz (rossa)
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DZ1 = zener 5,6 volt 1/2 watt
FT1 = fet tipo J.310
IC1 = integrato NE.602

Applicando in parallelo alla bobina **JAF1** una capacità di **28,69 pF**, questo circuito si dovrebbe sintonizzare, in via **teorica**, sulla frequenza di:

MHz = 159 : $\sqrt{\text{picofarad x microhenry}}$

159 : $\sqrt{28{,}69 \times 1}$ = 29,68 MHz

Dal calcolo **teorico** si ricava sempre una frequenza **più alta** rispetto a quella **reale**, perchè non vengono mai considerate le **capacità parassite** del circuito stampato, la **tolleranza** dei componenti e nemmeno quella del condensatore **C3** che provvede a trasferire il segnale dalla **JAF1** alla **JAF2**.
Possiamo comunque assicurarvi che questo filtro **passa-banda** lascerà passare le sole frequenze comprese tra i **26 MHz** e i **28 MHz**.

Proseguendo nella nostra descrizione, dopo il **filtro JAF1-C1-C2** ne troviamo un secondo, sempre accordato sui **27 MHz**, composto dall'impedenza **JAF2** e dai due condensatori **C4-C5**.
Dalla giunzione di **C4-C5** preleviamo, tramite il condensatore **C6**, un segnale a **bassa** impedenza che possiamo applicare sul terminale **S**ource del fet **FT1** perchè venga amplificato.

Il segnale amplificato che fuoriesce dal terminale **D**rain del fet viene nuovamente sintonizzato sulla frequenza **centrale** dei **27 MHz** dalla impedenza **JAF4** e dai due condensatori **C7-C8**.

Dalla giunzione dei due condensatori **C7-C8** il segnale viene trasferito sul terminale d'ingresso **1** di **IC1** per essere amplificato e **miscelato** con il segnale **RF** generato dal quarzo da **28 MHz** (**XTAL**), collegato tra il piedino **6** e la **massa**.

L'impedenza **JAF5** da **1 microhenry** collegata, tramite il condensatore **C14**, al piedino **7** di **IC1**, serve per far oscillare il **quarzo** sui **28 MHz**.

Le frequenze **CB** già **convertite** sulle **Onde Medie** vengono prelevate dai piedini **4-5** di **IC1**, pertanto a questi piedini è necessario collegare il **primario** di una bobina (vedi **MF1**) che riesce ad accordarsi sulla frequenza **centrale** di **850 KHz**.

Per allargare la **banda passante** di questa **MF1** in modo che provveda a lasciar passare tutte le frequenze comprese tra **600-1.100 KHz**, in **parallelo** al suo **primario** si deve applicare una resistenza da **10.000 ohm** (vedi **R4**).

Dal **secondario** di questa **MF1** preleviamo il segnale **convertito** e, tramite un **cavetto coassiale** schermato, lo applichiamo sulla presa **antenna** e sulla **massa** di una qualsiasi supereterodina per **Onde Medie** (vedi fig.476).

Per alimentare questo **convertitore** occorre una tensione stabilizzata compresa tra **12-15 volt**, che possiamo prelevare dal nostro alimentatore siglato **LX.5004** presentato nella **Lezione N.7**.

Il diodo **DS1** collegato in **serie** alla tensione **positiva** d'ingresso, serve per **proteggere** l'integrato e il fet nel caso, per disattenzione, collegassimo il filo **negativo** al morsetto **positivo**.

Poichè l'integrato **NE.602** va alimentato con una tensione che **non** deve mai superare i **6 volt**, provvediamo ad abbassarla sui **5,6 volt** tramite il diodo zener **DZ1** e la resistenza **R3** da **470 ohm**.

Fig.475 Sul circuito stampato LX.5043 dovete montare tutti i componenti visibili in fig.474 collocandoli come illustrato in questo disegno.

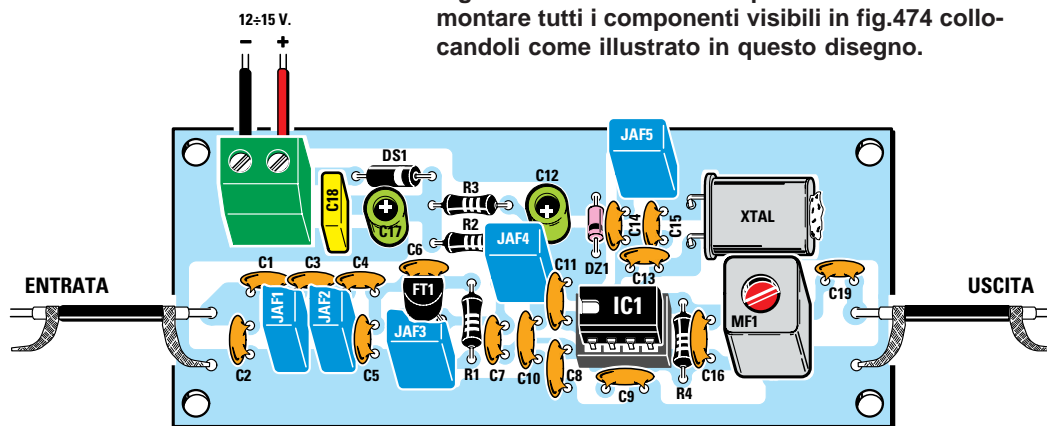
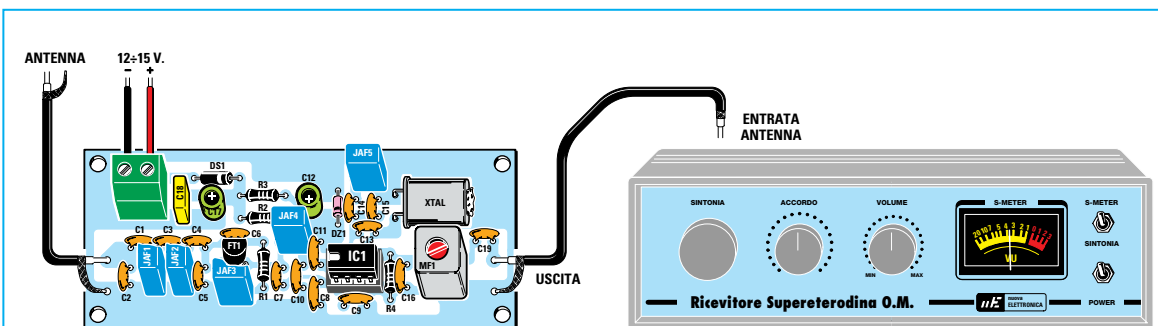



Fig.476 L'uscita del Convertitore va applicata sulle prese Antenna e Terra di una qualsiasi supereterodina per Onde Medie. Sulla presa d'ingresso del Convertitore dovete applicare un dipolo per i 27 MHz oppure un lungo filo che funga d'antenna.

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti riportati nello schema elettrico di fig.474 vanno montati sul circuito stampato siglato **LX.5043** e disposti come indicato in fig.475.
Anche se questo montaggio non presenta nessuna difficoltà, per evitare il rischio di un insuccesso, cercate sempre di eseguire delle saldature perfette utilizzando dello stagno **60/40**, cioè una **lega** composta dal **60%** di **stagno** e dal **40%** di **piombo** come vi abbiamo già spiegato nella **Lezione N.5**.

Iniziate il montaggio inserendo nello stampato lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**.

Dopo aver saldato sulle piste in rame del lato opposto i suoi 8 piedini, potete inserire le **resistenze**, il **diodo** al silicio **DS1** con corpo plastico, rivolgendo verso destra il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca**, poi il **diodo** zener **DZ1** con corpo in vetro, rivolgendo verso l'integrato **IC1** il lato contornato da una **fascia nera** (vedi fig.475).

Proseguendo nel montaggio, saldate tutti i condensatori **ceramici** e se avete difficoltà a **decifrare** la loro capacità, rileggetevi la **Lezione N.3**.

Dopo questi condensatori potete inserire il **poliestere** siglato **C18** e i due **elettrolitici** siglati **C12-C17** rispettando la polarità **+/–** dei loro terminali.

Puntualizziamo ancora una volta che il terminale **positivo** risulta **più lungo** del terminale negativo.

Di seguito montate tutte le impedenze **JAF1- JAF2-JAF4-JAF5** da **1 microhenry** contrassegnate dal numero **1**, poi, sotto il fet **FT1**, l'impedenza **JAF3** da **47 microhenry** contrassegnata dal numero **47**.

Montate quindi il fet **FT1** tenendo distanziato il suo corpo circa **5 mm** dal circuito stampato e rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il condensatore ceramico **C6**.

Per completare il montaggio, saldate il quarzo siglato **XTAL**, la **MF1** e la **morsettiera** per entrare con la tensione di alimentazione ed innestate nel relativo zoccolo l'integrato **IC1** rivolgendo verso il fet **FT1** la tacca a **U** presente sul suo corpo.

COLLEGARLO al RICEVITORE

Il cavetto schermato collegato ai due terminali d'uscita posti sulla destra può essere sostituito anche con due fili attorcigliati, che dovete necessariamente far giungere sulla presa **antenna** e **terra** del ricevitore.

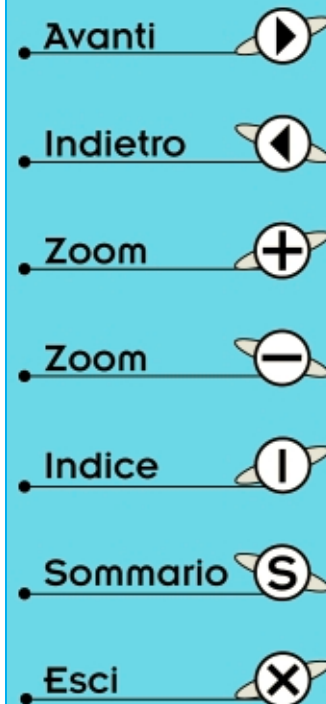
Se come antenna ricevente utilizzate un **dipolo** o uno **stilo**, fate giungere sui due terminali d'ingresso posti a sinistra il relativo cavetto coassiale.

In sostituzione dell'antenna dipolo potete utilizzare anche un lungo filo di rame collocato all'esterno della casa.

Non appena capterete un **CB** dovete ruotare il **nucleo** della **MF1** e, in questo modo, troverete una posizione che farà aumentare notevolmente la **sensibilità**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti riportati in fig.475 compreso il circuito stampato
Lire 31.000 Euro 16

Costo del solo circuito stampato **LX.5043**
Lire 5.400 Euro 2,79

Come si PROGETTA un TEMPORIZZATORE con l'NE555

Le Lezioni **Imparare L'ELETTRONICA partendo da zero** vengono spesso consigliate dai Professori degli Istituti Tecnici ai propri studenti.
Uno di questi Professori ci ha chiesto di spiegare come si progetta un **temporizzatore** fornendo tutte le **formule** necessarie per calcolare la **frequenza** e i relativi **tempi** in secondi, minuti e ore; questo perché, avendo fatto costruire ai propri allievi dei **temporizzatori** con l'integrato **NE.555**, non è riuscito a comprendere come mai i **tempi** risultino sempre tutti **dimezzati**.

1° TEMPORIZZATORE

Il primo temporizzatore che riportiamo in fig.477 utilizza un integrato **timer** siglato **NE.555** (vedi **IC1**) seguito da un **divisore** siglato **4020** (vedi **IC2**).

Premendo il pulsante **P1**, forniamo tensione al temporizzatore e istantaneamente il condensatore **C7** invia un impulso positivo sul piedino **11** dell'integrato **IC2**, che provvede a **resettarlo**.

Prima che l'integrato **IC2** venga resettato, il suo piedino d'uscita **3** si trova a **livello logico 1** (vedi fig.480) mentre, nel preciso istante in cui viene resettato, tale piedino si commuta sul **livello logico 0** (vedi fig.479): di conseguenza cortocircuita a **massa** la resistenza **R5** applicata sulla **B**ase del transistor **PNP** siglato **TR1**.
Con la resistenza **R5** collegata a **massa**, il transistor, che è un **PNP**, si porta subito in conduzione, alimentando il relè collegato al suo **C**ollettore.
Con il relè **eccitato**, la tensione positiva dei **12 volt** passa attraverso i **contatti** del relè (vedi fig.479) e non più attraverso il pulsante **P1**.

Il relè si **diseccita** solo quando il piedino **3** di **IC2** si commuta sul **livello logico 1** (vedi fig.480) perchè, collegando la resistenza **R5** al **positivo** di alimentazione, il transistor **TR1**, che è un **PNP**, non potendo più condurre, **toglie** la tensione di alimentazione al relè.

Il tempo di **eccitazione** del relè dipende dal valore delle resistenze **R1-R2-R3** e dei condensatori **C1-C2** o **C3-C4** collegati ai piedini **7-2-6** dell'integrato **IC1** e dal **numero** di **divisione** dell'integrato **IC2**.

Spostando il deviatore **S1** verso i due condensatori **C1-C2** e ruotando il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, si può tenere **eccitato** il relè da un minimo di **59 secondi** fino ad un massimo di circa **12 minuti**, mentre spostando il deviatore **S1** verso i due condensatori **C3-C4** e ruotando il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, si può tenere **ec-**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

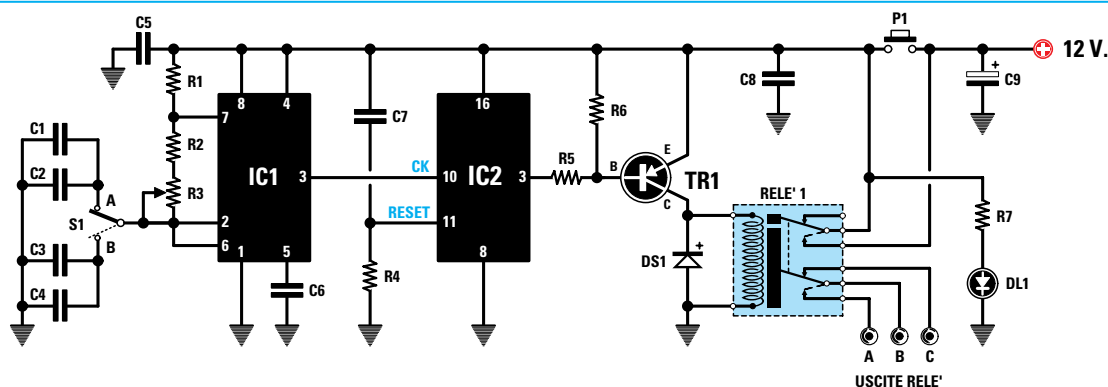



Fig.477 Schema elettrico del 1° temporizzatore. Spostando il deviatore S1 verso A, il relè rimane eccitato per un tempo minimo di 1 minuto circa fino ad un tempo massimo di circa 12 minuti. Spostando invece il deviatore S1 su B, il relè rimane eccitato per un tempo minimo di circa 10 minuti fino ad un tempo massimo di circa 2 ore.

ELENCO COMPONENTI LX.5044

R1 = 2.700 ohm	C2 = 47.000 pF poliestere	DS1 = diodo tipo 1N.4007
R2 = 39.000 ohm	C3 = 820.000 microF. poliestere	DL1 = diodo led
R3 = 470.000 ohm pot. lin.	C4 = 470.000 pF poliestere	TR1 = PNP tipo BC.327 o BC.328
R4 = 1 megaohm	C5 = 100.000 pF poliestere	IC1 = integrato tipo NE.555
R5 = 6.800 ohm	C6 = 10.000 pF poliestere	IC2 = C/Mos tipo 4020
R6 = 12.000 ohm	C7 = 100.000 pF poliestere	P1 = pulsante
R7 = 820 ohm	C8 = 100.000 pF poliestere	S1 = deviatore
C1 = 82.000 pF poliestere	C9 = 470 microF. elettrolitico	RELÈ1 = relè 12 V 2 sc.

citato il relè da un minimo di **9 minuti** e **52 secondi**, cioè da circa **10 minuti**, fino ad un massimo di **2 ore** e **5 minuti**.

PER CALCOLARE il TEMPO in secondi

La formula per calcolare il tempo di eccitazione del relè, in **secondi**, è la seguente:

secondi = (1 : Hertz) x (fattore divisione : 2)

La **frequenza** in **Hertz** è quella prelevata dal piedino **3** di **IC1**, cioè dell'integrato **NE.555**, mentre il **fattore** di **divisione** è quello dell'integrato **IC2**, cioè del **4020**.

Ammesso che l'integrato **IC1** generi una frequenza di **11 Hertz** e che l'integrato **IC2** la divida per **16.384 volte**, il relè rimarrà **eccitato** per un tempo pari a:

(1 : 11) x (16.384 : 2) = 744,72 secondi

Per conoscere a quanti **minuti** corrispondono **744,72 secondi** è necessario **dividere** questo numero per **60**, dato che **1 minuto** è composto da **60**

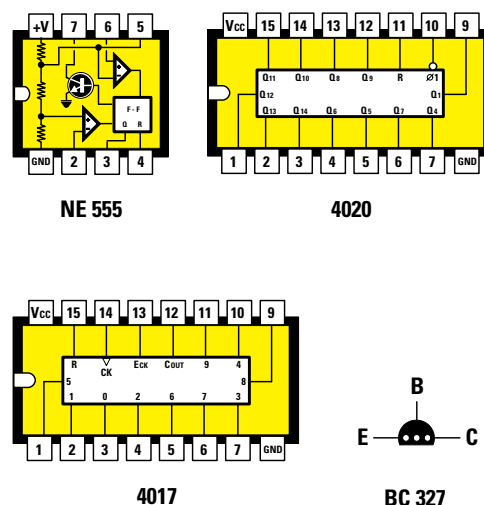



Fig.478 Connessioni degli integrati NE.555 - 4020 - 4017 viste da sopra rivolgendo verso sinistra la loro tacca di riferimento a U e connessioni del transistor PNP tipo BC.327 viste da sotto. L'integrato siglato 4017, che è un divisore x10, viene utilizzato solo nel temporizzatore di fig.484.

secondi, quindi:

744,72 : 60 = 12,41 minuti

Ora non bisogna incorrere nell'**errore** di considerare i decimali **0,41** dei **secondi**, perchè questi sono dei **centesimi** di **minuto**, pertanto per conoscere i **secondi** bisogna **moltiplicarli** per **60**:

0,41 x 60 = 24 secondi

quindi il relè rimarrà **eccitato** per un tempo **totale** di **12 minuti** e **24 secondi**.

CALCOLARE la FREQUENZA

Per calcolare il **tempo** in **secondi** dobbiamo innanzitutto conoscere la **frequenza** in **Hertz** in uscita dal piedino **3** di **IC1** e per poterla ricavare dobbiamo eseguire questa **prima** operazione:

valore RC = (R1+R2+R2+R3+R3) x (C1+C2)

Nota = nella formula vanno **raddoppiati** i valori delle sole resistenze **R2-R3** collegate tra i piedini **7** e **2-6** dell'integrato **IC1**, cioè dell'**NE.555**.

Conoscendo il **valore RC**, di seguito dovremo eseguire questa **seconda** operazione:

frequenza in Hz = 1.440 : valore RC

Nota: facciamo presente che i valori delle **resistenze** da inserire nella formula utilizzata per calcolare la **RC** devono essere espressi in **kiloohm** e quelli dei **condensatori** in **microfarad**.

Poichè nell'elenco componenti i valori delle **resistenze** sono espressi in **ohm**, per convertirli in **kiloohm** dobbiamo dividerli per **1.000**, mentre quelli dei **condensatori**, espressi in **picofarad**, per convertirli in **microfarad** dobbiamo dividerli per **1.000.000**.

Nella formula andranno perciò inseriti questi valori:

R1 = 2,7 kiloohm
R2 = 39 kiloohm
R3 = 470 kiloohm
C1 = 0,082 microfarad
C2 = 0,047 microfarad
C3 = 0,82 microfarad
C4 = 0,47 microfarad

Fig.479 Premendo il pulsante P1 la tensione dei 12 volt alimenta il temporizzatore. Il piedino d'uscita 3 del 4020, che a riposo si trovava a livello logico 1, si porta a livello logico 0 cortocircuitando a massa la resistenza R5.
Il transistor TR1 che è PNP si porta in conduzione eccitando il relè.

Fig.480 Lasciando il pulsante P1, la tensione dei 12 volt tramite i contatti del relè continuerà ad alimentare il circuito. Solo quando l'integrato 4020 avrà completato il conteggio, il suo piedino d'uscita si porterà a livello logico 1 e in queste condizioni il relè si disecciterà.

CON il DEVIATORE S1 rivolto verso C1-C2

Spostando il deviatore **S1** sui due condensatori **C1-C2** e ruotando il potenziometro **R3** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, si ottiene un valore **RC** pari a:

(2,7 + 39 + 39) x (0,082 + 0,047) = 10,41

e con questo valore **RC** di **10,41** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 10,41 = 138,32 Hertz

quindi il relè rimane **eccitato** per un **tempo** di:

(1 : 138,32) x (16.384 : 2) = 59,22 secondi

Facciamo presente che **0,22** sono dei **centesimi** di **secondo**.

Se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da inserire tutta sua resistenza da **470 kiloohm**, otteniamo un valore **RC** di:

(2,7+39+39+470+470) x (0,082 + 0,047) = 131,67

e con questo valore **RC** di **131,67** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 131,67 = 10,93 Hertz

che provvederà a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** pari a:

(1 : 10,93) x (16.384 : 2) = 749 secondi

che corrispondono a **12 minuti** e **29 secondi**.

CON il DEVIATORE S1 rivolto verso C3-C4

Spostando il deviatore **S1** sui due condensatori **C3-C4**, se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otteniamo un valore **RC** di:

(2,7 + 39 + 39) x (0,82 + 0,47) = 104,10

e con questo valore **RC** di **104,10** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 104,10 = 13,83 Hertz

che provvederà a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** di:

(1 : 13,83) x (16.384 : 2) = 592,33 secondi

che corrispondono a **9 minuti** e **52 secondi**.

Se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da inserire tutta la sua resistenza di **470 kiloohm** otteniamo un valore **RC** di:

(2,7+39+39+470+470) x (0,82 + 0,47) = 1.316,70

e con questa **RC** di **1.316,70** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 1.316,70 = 1,09 Hertz

che provvederà a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** di:

(1 : 1,09) x (16.384 : 2) = 7.515 secondi

che corrispondono a **7.515 : 3.600 = 2,087 ore**

Poichè il decimale **0,087** sono dei **centesimi** di **ora**, per conoscere i **minuti** dobbiamo moltiplicarli per **60**, quindi **0,087 x 60 = 5 minuti**.

L'INTEGRATO DIVISORE 4020

La **frequenza** generata dall'integrato **NE.555** viene applicata sul piedino d'ingresso **10** di **IC2**, che è un **divisore digitale** tipo **4020**.
Come riportato in tutti i manuali, sui suoi piedini d'uscita è presente la frequenza applicata sul suo ingresso **divisa** per il valore che abbiamo riportato nella **Tabella N.29**.

TABELLA N.29

piedino d'uscita	fattore divisione
piedino 9	2
piedino 7	16
piedino 5	32
piedino 4	64
piedino 6	128
piedino 13	256
piedino 12	512
piedino 14	1.024
piedino 15	2.048
piedino 1	4.096
piedino 2	8.192
piedino 3	16.384

Conoscendo il valore della **frequenza** applicata sul piedino d'ingresso **10** di **IC2**, per calcolare il **tempo** in **secondi** di eccitazione del relè sappiamo già che bisogna usare questa formula:

secondi = (1 : Hz) x (fattore divisione : 2)

Poichè preleviamo il segnale per pilotare il transi-

Avanti

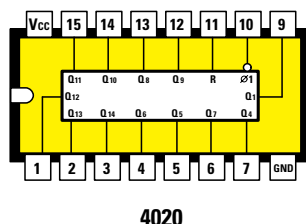



Fig.481 In questo disegno potete vedere come risultano disposti i piedini nel corpo dell'integrato 4020 visto da sopra.

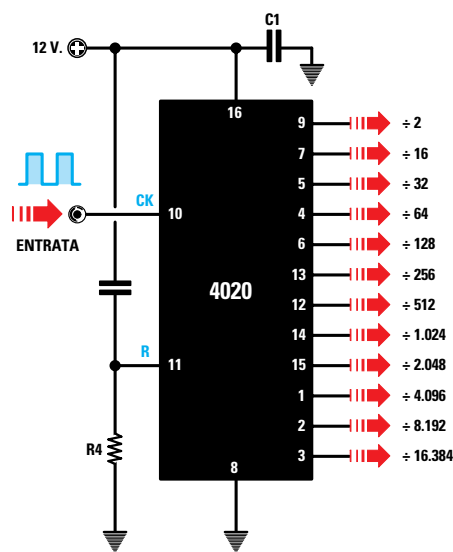



Fig.482 In questo schema elettrico abbiamo riportato sulla destra il numero dei piedini in ordine di divisione. Come si può notare, dal piedino 3 la frequenza fuoriesce divisa per 16.384, dal piedino 2 divisa per 8.192 e dal piedino 4 divisa per 64 volte.

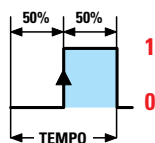



Fig.483 Il fattore di divisione dell'integrato 4020 va diviso per 2, perchè l'onda quadra che fuoriesce dai piedini d'uscita rimane per metà tempo a livello logico 0 e per metà tempo a livello logico 1. Quando, trascorso metà tempo, l'onda passa dal livello logico 0 a 1, il relè si diseccita perchè viene a mancare sulla Base del transistor TR1 la sua tensione di polarizzazione.

stor **TR1** dal piedino **3** di **IC2** che **divide** per **16.384**, inserendo nella formula questo **fattore** di **divisione** otterremo:

secondi = (1 : Hertz) x (16.384 : 2)

Noterete che il **fattore** di **divisione** dell'integrato **IC2** viene **diviso** per **2** per il semplice motivo che il transistor **TR1** rimane in conduzione solo per la prima **metà** del tempo in cui l'onda quadra si trova a **livello logico 0** (vedi fig.483); non appena questa passa a **livello logico 1** il relè si diseccita, quindi il tempo totale si **dimezza**.

Se spostiamo il deviatore **S1** sui due condensatori **C1-C2** e ruotiamo il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, otteniamo una frequenza **minima** di **10,41 Hz** ed una **massima** di **131,67 Hz**.

Se invece spostiamo il deviatore **S1** sui due condensatori **C3-C4** e ruotiamo il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, otteniamo una frequenza **minima** di **1,09 Hz** ed una **massima** di **13,83 Hz**.
Per completare la descrizione dell'integrato **4020** aggiungiamo che questo provvede a **dividere** la frequenza applicata sul suo ingresso solo quando il piedino **11** di **reset** è a **livello logico 0** e a questo provvede la resistenza **R4** collegata tra questo piedino e la **massa**.
Prima di iniziare un conteggio è indispensabile **azzerare** tutte le uscite del **4020**, se vogliamo che il conteggio di **divisione** riparta sempre da **zero** e questa condizione si ottiene inviando un impulso **positivo** sul piedino **11**.
Il condensatore collegato tra il piedino **11** di **IC2** e il **positivo** di alimentazione (vedi **C7** in fig.477) e il piedino **15** di **IC2**, **11** di **IC3** e il positivo di alimentazione (vedi **C6** in fig.484), provvede ad inviare questo impulso **positivo** di **reset** ogni volta che viene premuto il pulsante **P1**.

I tempi TEORICI e i tempi REALI

A montaggio completato non stupitevi se i **tempi** che avete calcolato risultano leggermente diversi, perchè dovete sempre tenere presente che le **resistenze**, compresi il **potenziometro** e anche i **condensatori**, hanno una loro **tolleranza** che modifica i **tempi** dei nostri **calcoli teorici**.

Quindi non è da escludere che su **C1-C2** il relè rimanga **eccitato** per un minimo di **58-62 secondi** anzichè di **59 secondi** o per un massimo di **11-14 minuti** anzichè di **12 minuti**.

Per correggere questi **errori** sarebbe sufficiente variare, in più o in meno, il valore delle **capacità** dei condensatori collegati al deviatore **S1**.

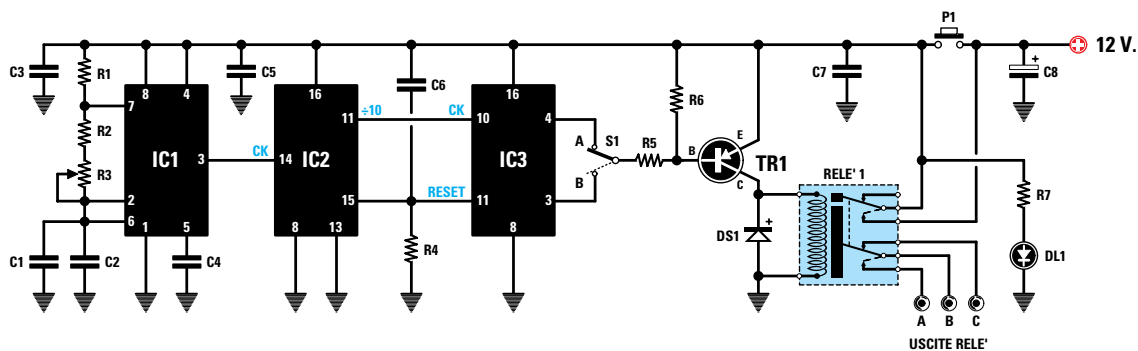



Fig.484 Schema elettrico del 2° temporizzatore. Per ottenere il tempo massimo dovete spostare il deviatore S1 su B. Spostando S1 su A il relè rimane eccitato per un tempo di 256 volte minore rispetto a B. Verificando il tempo per il quale il relè rimane eccitato sulla posizione A, potete calcolare per quanto tempo rimarrà eccitato quando sposterete questo deviatore su B, moltiplicando il tempo di A per 256 volte.

ELENCO COMPONENTI LX.5045

R1 = 2.700 ohm	C2 = 470.000 pF poliestere	DL1 = diodo led
R2 = 39.000 ohm	C3 = 100.000 pF poliestere	TR1 = PNP tipo BC.327 o BC.328
R3 = 470.000 ohm pot lin.	C4 = 10.000 pF poliestere	IC1 = integrato NE.555
R4 = 1 megaohm	C5 = 100.000 pF poliestere	IC2 = C/Mos tipo 4017
R5 = 6.800 ohm	C6 = 100.000 pF poliestere	IC3 = C/Mos tipo 4020
R6 = 12.000 ohm	C7 = 100.000 pF poliestere	P1 = pulsante
R7 = 820 ohm	C8 = 470 microF. elettrolitico	S1 = deviatore
C1 = 1 microF. poliestere	DS1 = diodo tipo 1N.4007	RELÈ1 = relè 12 V 2 sc.

2° TEMPORIZZATORE

Dato che il temporizzatore riportato in fig.477 ci permette di tenere eccitato un relè da un minimo di **1 minuto** fino ad un massimo di **2 ore**, molti di voi penseranno che, per realizzarne uno in grado di tenere eccitato il relè per un tempo maggiore di **2 ore**, sia sufficiente **aumentare** la **capacità** dei condensatori collegati al deviatore **S1**.

Per ottenere dei tempi molto **lunghi** è indispensabile utilizzare dei condensatori **elettrolitici** di elevata **capacità**, ma poichè questi hanno delle **tolleranze** che possono superare anche il **40%**, a montaggio ultimato ci ritroveremo sempre con dei **tempi** completamente “sballati”.

Per evitare questi **errori**, conviene sempre utilizzare dei condensatori **poliestere** la cui **tolleranza** si aggira intorno al **5-6%** e poi **dividere** per **10** la frequenza prelevata dal piedino **3** dell’**NE.555**, prima di applicarla sul **divisore 4020**.

Come potete vedere nello schema di fig.484, la frequenza generata dall’integrato **NE.555** (vedi **IC1**) viene applicata sul piedino d’ingresso **14** di **IC2**, che è un contatore **Johnson** tipo **4017** e prelevata dal piedino d’uscita **11** divisa per **10**.

Questa frequenza viene poi applicata sul piedino d’ingresso **10** dell’integrato **4020** (vedi **IC3**) e prelevata dal piedino **3** divisa per **16.384** volte.

In questo secondo temporizzatore abbiamo collegato ai piedini **2-6** dell’integrato **NE.555** un condensatore **poliestere** da **1 microfarad** (vedi **C1**) e un secondo condensatore, sempre **poliestere**, da **0,47 microfarad** (vedi **C2**), in modo da ottenere una capacità totale **1,47 microfarad**.

Ruotando il potenziometro **R3** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otteniamo un valore **RC** di:

(2,7 + 39 + 39) x 1,47 = 118,629

e con questa **RC** di **118,629** sul piedino **3** di **IC1** è presente una **frequenza** di:

1.440 : 118,629 = 12,138 Hertz

Poichè l'integrato **IC2** la divide per **10**, dal suo piedino d'uscita **11** preleveremo una frequenza di:

12,138 : 10 = 1,2138 Hertz

Poichè questa frequenza viene ulteriormente divisa per **16.384** da **IC3**, il relè rimane **eccitato** per un **tempo** di:

(1 : 1,2138) x (16.384 : 2) = 6.749 secondi

Dividendo questo numero per **3.600** ricaviamo un **tempo** in **ore** di:

6.749 : 3.600 = 1,87 ore

Poichè il decimale **0,87** sono dei **centesimi** di **ora**, per conoscere a quanti **minuti** corrispondono, dobbiamo moltiplicarli per **60**:

0,87 x 60 = 52 minuti

Da questo calcolo teorico ricaviamo che il relè rimane **eccitato** per **1 ora** e **52 minuti**.

Eventuali differenze sono causate dalla **tolleranza** delle resistenze **R1-R2-R3** e dei condensatori siglati **C1-C2**.

Se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da inserire tutta la sua resistenza di **470 kiloohm**, otteniamo un valore **RC** di:

(2,7+39+39+470+470) x 1,47 = 1.500

e con questa **RC** di **1.500** dal piedino **3** di **IC1** si ricava una **frequenza** di:

1.440 : 1.500 = 0,96 Hertz

Poichè l'integrato **IC2** la divide per **10**, dal suo piedino **11** preleviamo una frequenza di:

0,96 : 10 = 0,096 Hertz

che provvede a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** di ben:

(1 : 0,096) x (16.384 : 2) = 85.333 secondi

Per conoscere a quante **ore** corrispondono, dobbiamo dividere questo numero per **3.600**:

85.333 : 3.600 = 23,70 ore

Poichè il decimale **0,70** sono dei **centesimi** di **ora**, per conoscere a quanti **minuti** corrispondono dobbiamo moltiplicarli per **60**:

0,70 x 60 = 42 minuti

quindi il relè dovrebbe rimanere **eccitato** fino ad un massimo di **23 ore** e **42 minuti**.

Ruotando la manopola del potenziometro **R3** da un estremo all'altro, è possibile regolare il tempo di eccitazione del relè da un minimo di **1 ora** e **52 minuti** fino ad un massimo di **23 ore** e **42 minuti**.

Il condensatore **C6** collegato al piedino **15** di **reset** dell'integrato **4017** (vedi **IC2**) e al piedino **11** di **reset** dell'integrato **4020** (vedi **IC3**), provvede a **resettare** i due integrati ogniqualvolta viene premuto il pulsante **P1**, così che possiamo avere la certezza che il conteggio riparta sempre da **zero**.

COME controllare I TEMPI MASSIMI

Quando si realizzano dei temporizzatori in grado di mantenere **eccitato** il relè per **decine** di **ore**, il primo problema che si presenta è quello di riuscire a sapere se effettivamente il relè si **diseccita** trascorso il tempo prestabilito.

Anzichè dover aspettare **12-15-20 ore** per verificare se ciò avviene, nello schema di fig.484 abbiamo inserito il **deviatore** (vedi **S1**) che, scollegando la resistenza **R5** dal piedino **3** che la divideva per **16.384**, la collega al piedino d'uscita **4** di **IC3**, che provvede a dividerla solo per **64**.

Poichè con la resistenza **R5** collegata al piedino **3** di **IC3** il relè poteva **diseccitarsi** dopo un tempo massimo di **23,70 ore**, collegandola al piedino **4** il relè si **disecciterà** soltanto dopo:

(1 : 0,096) x (64 : 2) = 333,33 secondi

che corrispondono a:

333,33 : 60 = 5,555 minuti

Poichè il decimale **0,555** sono dei **centesimi** di **minuto**, per conoscere i **secondi** dobbiamo moltiplicarli per **60**:

0,555 x 60 = 33 secondi

pertanto il relè si **diseccita** solo dopo **5 minuti** e **33 secondi**.

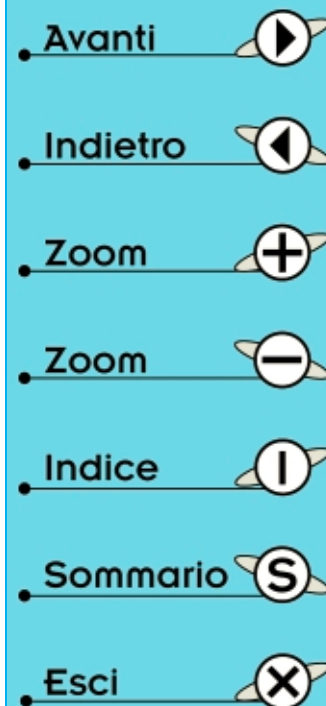
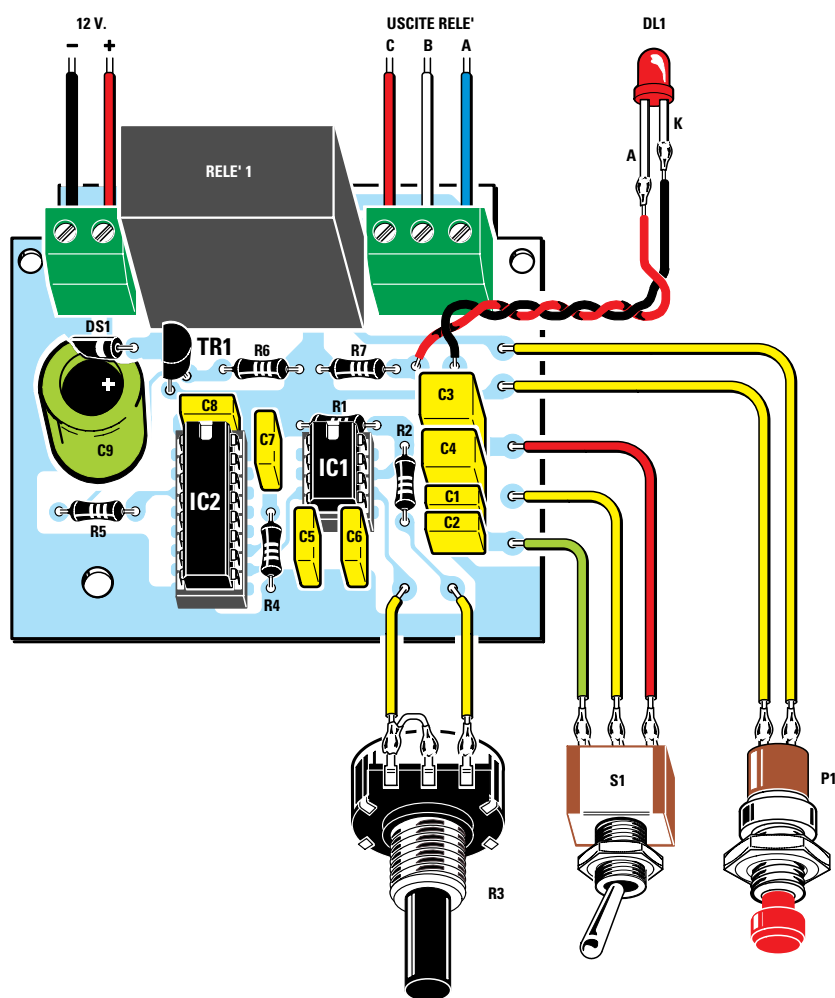
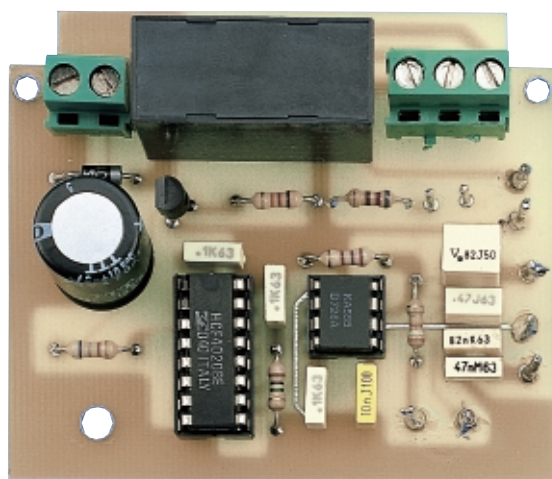



Fig.485 Il alto, lo schema pratico di cablaggio del 1° temporizzatore siglato LX.5044 il cui schema elettrico è riprodotto in fig.477. Il terminale centrale del potenziometro R3 va cortocircuitato sul terminale di sinistra.

Fig.486 Di lato, la foto del circuito stampato con sopra montati tutti i componenti. Il potenziometro R3, il deviatore S1, il pulsante P1 e il diodo led DL1 vanno fissati sul coperchio del mobile come visibile in fig.491.

Ricollegando la resistenza **R5** al piedino **3** che divide per **16.384** tramite il deviatore **S1**, possiamo conoscere dopo quanto tempo si **diseccita** il relè.

Come prima operazione calcoliamo il rapporto che esiste tra **16.384** e **64**:

16.384 : 64 = 256 rapporto

Come seconda operazione moltiplichiamo questo rapporto per il tempo **333,33 secondi**:

333,33 x 256 = 85.332 secondi

che equivalgono a **23 ore** e **42 minuti**.

Se collegando la resistenza **R5** al piedino **4** di **IC3** il relè si **diseccita** dopo **60 secondi**, collegandola al piedino **3** questo si diseccita dopo:

60 x 256 = 15.360 secondi

Fig.487 Fissate il circuito stampato sulla base del mobile per mezzo di due viti autofilettanti e di un distanziatore plastico provvisto di base autoadesiva.

Dividendo questo numero per **3.600** ricaviamo il tempo in **ore**:

15.360 : 3.600 = 4,266 ore

Moltiplicando il decimale **0,266** delle **ore** per **60**, otteniamo i **minuti**:

0,266 x 60 = 15,96 minuti

Moltiplicando il decimale **0,96** dei **minuti** per **60** otteniamo i **secondi**:

0,96 x 60 = 57 secondi

Grazie a questo calcolo ora sappiamo che il relè si **diseccita** dopo **4 ore -15 minuti - 57 secondi**.

REALIZZAZIONE PRATICA
1° Temporizzatore

Nel kit siglato **LX.5044** troverete tutti i componenti necessari per realizzare il temporizzatore riprodotto in fig.477.
Iniziate il montaggio inserendo nel circuito stampato i due **zoccoli** per gli integrati **IC1-IC2** (vedi fig.485). Sul lato opposto del circuito stampato, saldate tutti i loro piedini sulle piste in rame.
Completata questa operazione, potete inserire le **resistenze** e, prima di saldarne i terminali, controllate i **colori** presenti sul loro corpo per non usare valori ohmici errati.

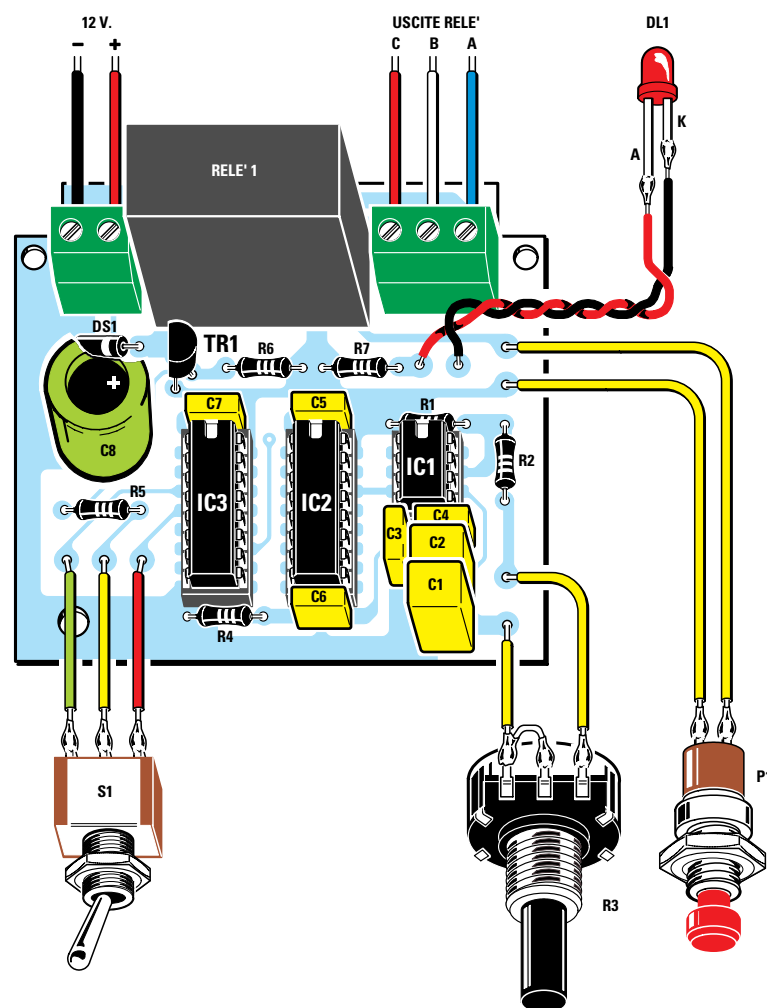
Dopo le resistenze potete montare il **diodo** al silicio **DS1**, rivolgendo verso il transistor **TR1** il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca**.

Proseguendo nel montaggio, inserite tutti i condensatori **poliestere** verificandone la capacità.

Vicino al diodo **DS1** innestate il condensatore elettrolitico **C9** inserendo il suo terminale **positivo** nel foro dello stampato contrassegnato da un **+**.

Il transistor **TR1** va montato tenendo il suo corpo distanziato di circa **5 mm** dal circuito stampato e rivolgendone la **parte piatta** verso l'elettrolitico **C9** come visibile in fig.485.

Per completare il montaggio, inserite il **relè**, poi la **morsettiera** a **3 poli** che fa capo ai contatti del relè e quella a **2 poli** che serve per entrare con i **12 volt** della tensione di alimentazione.

Anzichè saldare le estremità dei fili che giungono dal pulsante **P1**, dal deviatore **S1**, dal potenziometro **R3** e dal diodo led **DL1**, nei fori del circuito stampato, consigliamo di utilizzare come capifilo i

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

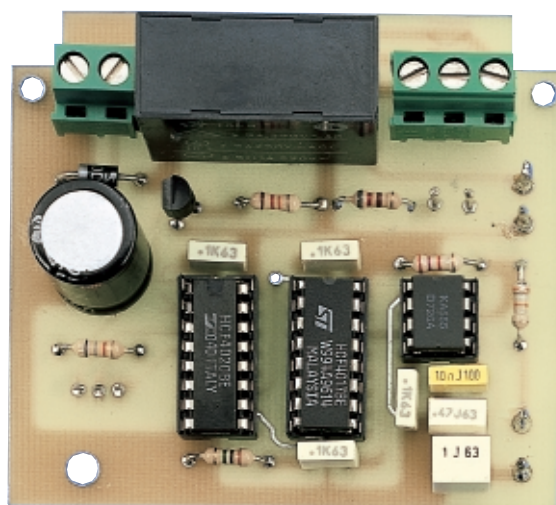



Fig.488 In alto, lo schema pratico di cablaggio del 2° temporizzatore siglato LX.5045, il cui schema elettrico è riprodotto in fig.484. Il terminale centrale del potenziometro R3 va cortocircuitato sul terminale di sinistra.

Fig.489 Di lato, la foto del circuito stampato con sopra montati tutti i componenti. Il potenziometro R3, il deviatore S1, il pulsante P1 e il diodo led DL1, vanno fissati sul coperchio del mobile come illustrato in fig. 491.

sottili chiodini che troverete nel kit.

Dopo aver inserito nei rispettivi zoccoli i due **integrati** rivolgendo verso il **relè** la loro tacca di riferimento a **U**, potete fissare sul pannello superiore del mobile (vedi fig.491) la **gemma** cromata per il diodo led e sul pannello centrale il deviatore **S1**, il pulsante **P1** e il potenziometro **R3**, del quale dovete accorciare il perno per evitare di ritrovarvi con una **manopola** troppo distanziata dal pannello.

Sul retro del mobile praticate un foro per entrare con i due fili della tensione di alimentazione e per far fuoriuscire i tre fili **C-B-A** del relè.

Dopo aver fissato il circuito stampato sul piano del mobile con due viti autofilettanti, collegate i terminali a spillo a tutti i componenti applicati sui pannelli del mobile, utilizzando dei sottili fili di rame isolato in plastica.

Fig.490 Fissate il circuito stampato sulla base del mobile per mezzo di due viti autofilettanti e di un distanziatore plastico provvisto di base autoadesiva.

Per collaudare questo temporizzatore, basta collegare il morsetto a **2 poli** ad un alimentatore in grado di fornire la tensione stabilizzata di **12 volt**, facendo attenzione a non invertire il filo **positivo** con quello **negativo**.

Premendo il pulsante **P1**, vedrete subito **accendersi** il diodo led **DL1** a conferma che il **relè** si è **eccitato**.
Trascorso il **tempo** che avrete prefissato tramite la posizione del deviatore **S1** e la rotazione della manopola posta sul potenziometro **R3**, vedrete **spegnersi** il diodo led **DL1** a conferma che il relè si è **diseccitato**.

Se sentite il relè **eccitarsi** ma **non** vedrete il diodo led accendersi, avrete sicuramente invertito i due fili sui terminali **A-K**.

REALIZZAZIONE PRATICA
2° Temporizzatore

Per realizzare il temporizzatore per **tempi lunghi** dovete richiederci il kit siglato **LX.5045**, perchè diversi sono sia il circuito stampato che la disposizione dei componenti (vedi fig.488).

Come per il precedente circuito, dovete iniziare il montaggio inserendo nello stampato gli **zoccoli** per gli integrati **IC1-IC2-C3**.
Dopo averne saldati i piedini dal lato opposto del circuito stampato, potete inserire le **resistenze**.

Montate quindi il **diodo** al silicio **DS1** rivolgendo verso il transistor **TR1** il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca** e i condensatori **poliestere** dopo averne verificato la capacità.

Vicino al diodo **DS1** collocate il condensatore elettrolitico **C8**, inserendo il suo terminale **positivo** nel foro contrassegnato da un **+** e, accanto a questo, il transistor **TR1** rivolgendo la **parte piatta** del suo corpo verso l'elettrolitico **C8**.

Per completare il montaggio, inserite il **relè**, poi la **morsettiera** a **3 poli** che fa capo ai contatti del relè e quella a **2 poli** utile per entrare con i **12 volt** della tensione di alimentazione.

Nei fori ai quali andrebbero collegate le estremità dei fili che giungono dal pulsante **P1**, dal deviatore **S1**, dal potenziometro **R3** e dal diodo led **DL1**, inserite i **chiodini** capifilo che troverete nel kit.

Dopo aver innestato nei rispettivi zoccoli i tre **integrati** rivolgendo la loro tacca di riferimento a **U** verso il **relè**, potete fissare nel pannello superiore del

Fig.491 Ecco come si presentano i due temporizzatori dopo aver fissato sul coperchio del mobile il potenziometro, il deviatore, il pulsante e il diodo led. I pannelli di alluminio vanno fissati sul coperchio del mobile con un po' di collante cementatutto.

mobile la **gemma** cromata per il diodo led e nel pannello centrale il deviatore **S1**, il pulsante **P1** e il potenziometro **R3**, dopo aver provveduto ad accorciarne il perno per evitare che la **manopola** sia troppo distanziata dal pannello.

Sul retro del mobile praticate un foro per entrare con i due fili della tensione di alimentazione e anche per far fuoriuscire i tre fili **C-B-A** del relè.

Dopo aver fissato il circuito stampato sul piano del mobile con due viti autofilettanti, collegatene i terminali a spillo ai componenti applicati sui pannelli del mobile, utilizzando dei sottili fili di rame isolato in plastica.

Per collaudare questo temporizzatore basta collegare il morsetto a **2 poli** ad un alimentatore in grado di fornire la tensione stabilizzata di **12 volt**, facendo attenzione a non invertire il filo **positivo** con quello **negativo**.

Premendo il pulsante **P1** vedrete subito **accendersi** il diodo led **DL1** a conferma che il **relè** si è **eccitato**.

Poichè il relè rimarrà **eccitato** per tempi **lunghissimi**, per non dover attendere delle **ore** prima che si spenga il diodo led, potete agire sul deviatore **S1** portandolo sulla posizione **A** che, come vi abbiamo spiegato, riduce il tempo totale di ben **256 volte**.

Anche nel caso di questo temporizzatore, se sentirete il relè **eccitarsi** e non vedrete **accendersi** il diodo led **DL1**, dovrete invertire i due fili sui terminali **A-K** di quest'ultimo.

CONCLUSIONE

Dopo avervi spiegato come si progetta un temporizzatore con un integrato **NE.555** e con uno o due **divisori**, ora potete divertirvi a variare le **capacità**

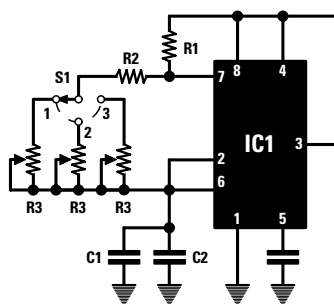



Fig.492 Se vi serve un temporizzatore con dei tempi fissi e molto precisi, potete sostituire il potenziometro R3 con dei trimmer che tarerete esattamente sul tempo richiesto. Selezionate il trimmer richiesto tramite il commutatore rotativo S1.

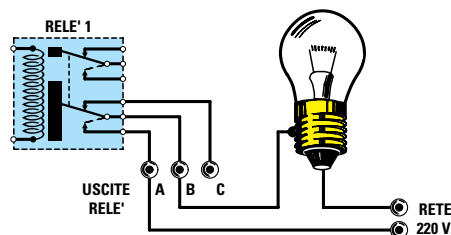



Fig.493 Anche se sul circuito stampato abbiamo inserito per l'uscita del relè una morsettiera a 3 poli, le uscite da utilizzare sono sempre quelle indicate A-B.
Quando il relè si ecciterà, i suoi contatti A-B si cortocircuiteranno internamente.

dei condensatori e poi a calcolare i **tempi** di **eccitazione** del relè.

Se poi sostituite il potenziometro **R3** da **470.000 ohm** con uno da **100.000 ohm**, riuscirete a ridurre il **solo** tempo **massimo** di **4,7 volte**, quindi la vostra **scala graduata** avrà una risoluzione maggiore, facilitando l'impostazione del temporizzatore rispetto a quella che si otterrebbe utilizzando un potenziometro da **470.000 ohm**.

Se vi servono delle temporizzazioni di elevata precisione, vi consigliamo di modificare lo schema come visibile in fig.492, collegando la resistenza **R2** al **cursore** di un commutatore rotativo (vedi **S1**), che si commuterà su dei **trimmer** di diverso valore ohmico, che potrete tarare fino ad ottenere l'**esatto** tempo desiderato.

I CONTATTI D'USCITA del RELÈ

I contatti d'utilizzo dei relè sono indicati nello schema elettrico con le lettere **A-B-C**.
Se desiderate tenere **accesi** per un tempo prefissato una lampada, un ventilatore o una radio, dovete utilizzare i due contatti **A-B** (vedi fig.493).

I due contatti **B-C** possono essere utilizzati solo per ottenere una funzione **inversa**, cioè **accendere** una lampada, un ventilatore o una radio, trascorso il tempo prefissato.

Nota = Poichè normalmente si utilizzano le due sole uscite **A-B**, potrete far uscire dal mobile solo questi due fili. Se utilizzate il relè per alimentare delle apparecchiature collegate alla tensione di rete dei **220 volt**, non lasciate mai questi fili **scoperti**, ma **isolateli** con un giro di nastro isolante per evitare di prendere una **scossa elettrica** se, inavvertitamente, li toccherete con le mani.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione del **1° temporizzatore** siglato **LX.5044** (vedi fig.486) completo di circuito stampato ed **escluso** il solo **mobile**
Lire 28.500 Euro 14,72

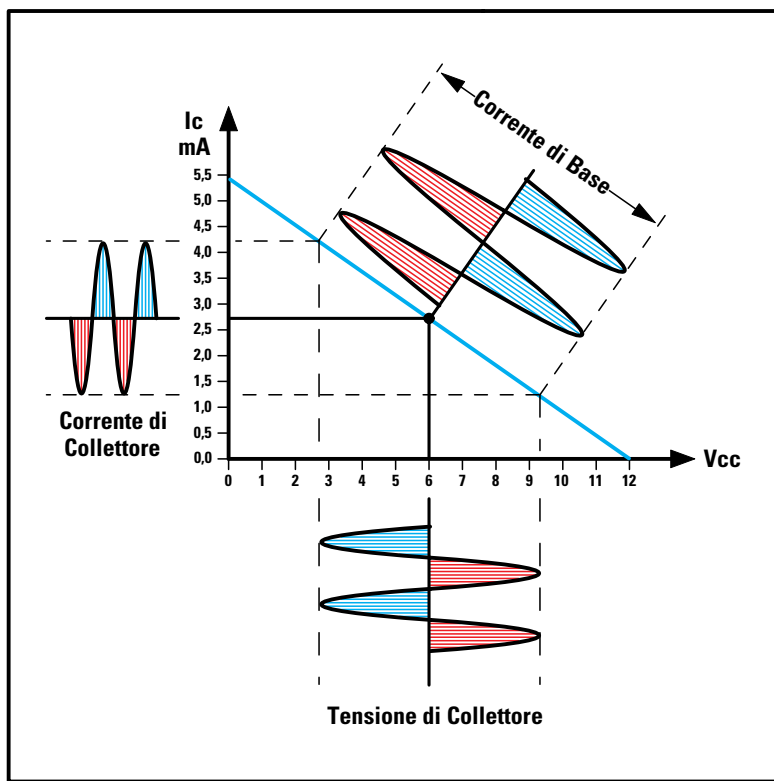
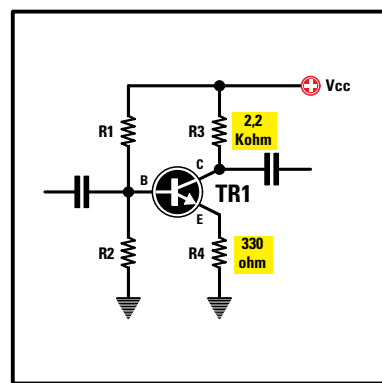
Costo del solo circuito stampato **LX.5044**
Lire 5.800 Euro 3,0

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione del **2° temporizzatore** siglato **LX.5045** (vedi fig.489) completo di circuito stampato ed **escluso** il solo **mobile**
Lire 31.000 Euro 16,0

Costo del solo circuito stampato **LX.5045**
Lire 6.300 Euro 3,25

Costo del **mobile** plastico **MO 5044** (vedi fig.491) idoneo per entrambi i temporizzatori, completo di due mascherine in alluminio forate e serigrafate
Lire 16.500 Euro 8,52

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

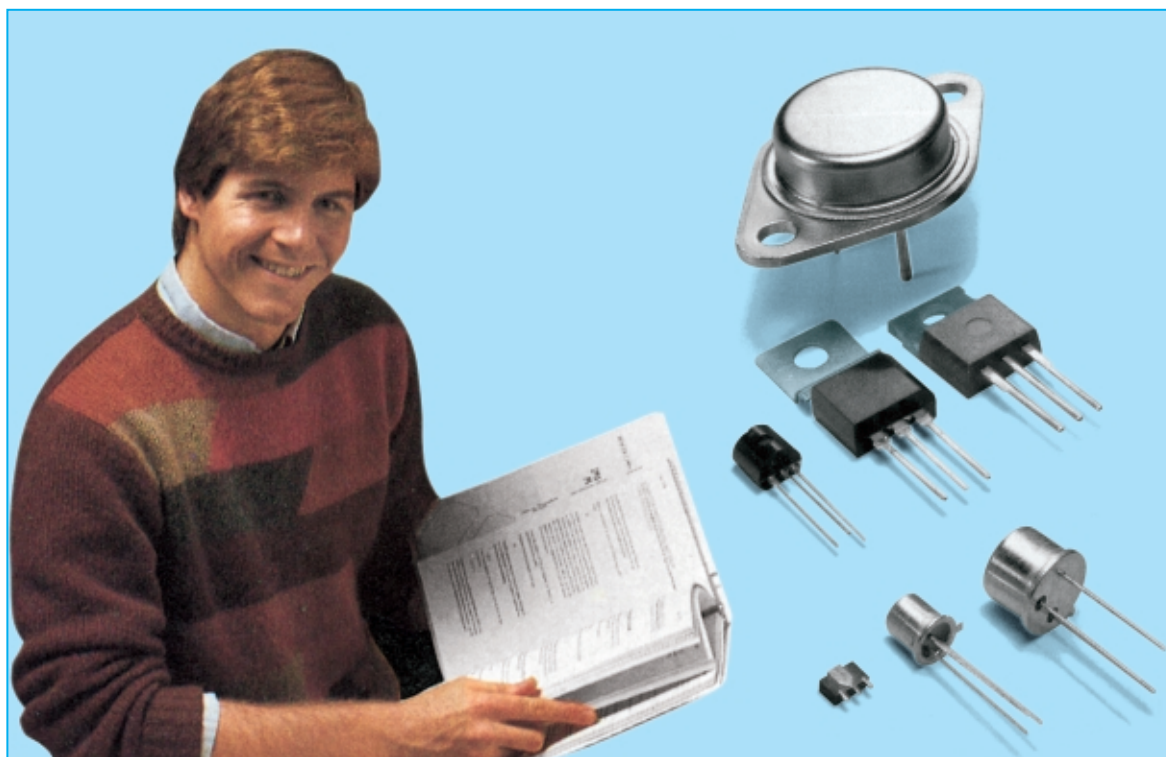
Uno stadio amplificatore può essere configurato per lavorare in **classe A**, in **classe B**, in **classe AB** oppure in **classe C**: se avete cercato in qualche testo una spiegazione chiara e comprensibile delle differenze che esistono tra queste **quattro classi**, probabilmente non avrete trovato una risposta soddisfacente ai vostri molti dubbi e perplessità.

Leggendo questa **Lezione** apprenderete che, polarizzando la **B**ase di un transistor in modo da ritrovare sul suo **C**ollettore **metà** della tensione di alimentazione, questo lavora in **classe A**, mentre polarizzando la **B**ase in modo da ritrovare sul suo **C**ollettore la tensione di alimentazione **totale**, lavora in **classe B**.

La **classe B** è in grado di fornire in uscita una **potenza maggiore** rispetto alla **classe A**, ma poichè la **classe B** riesce ad amplificare una sola **semionda**, per amplificare anche l'opposta **semionda** è indispensabile utilizzare due transistor, un **NPN** e un **PNP** collegati in **serie**.

La **classe B** presenta un solo **difetto**, quello di fornire in uscita un segnale notevolmente **distorto** e di non essere di conseguenza idonea per realizzare degli amplificatori **Hi-Fi**: a questo scopo si ricorre perciò alla **classe** chiamata **AB** che risulta **esente** da distorsioni.

La quarta **classe C** si usa unicamente per realizzare degli stadi finali **RF**, perchè dall'uscita di un **solo** transistor si riesce a prelevare una **potenza elevata** anche se **distorta**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GLI AMPLIFICATORI in CLASSE A-B-AB e C

Avrete sicuramente letto che un transistor si può far lavorare in **classe A-B-AB-C** oppure in **push-pull**, ma se avete cercato un testo che illustrasse esaurientemente le differenze esistenti tra queste classi, sarete rimasti un po' delusi dalle spiegazioni poco chiare e comprensibili che spesso vengono fornite in merito.

Per questo motivo cercheremo noi ora di farlo, iniziando a spiegarvi in che modo si può **polarizzare** la **Base** di un transistor.

POLARIZZAZIONE di BASE

Come potete vedere in fig.494 la **B**ase di un transistor **amplificatore** viene normalmente polarizzata tramite un **partitore** resistivo composto dalle resistenze **R1-R2**.

La resistenza **R1** serve per **polarizzare** la **B**ase del transistor e la resistenza **R2** per **stabilizzare** la corrente che scorre in questo **partitore**.

Scollegando questo partitore dalla **B**ase di un transistor e collegando ai capi della resistenza **R2** un **voltmetro** (vedi fig.495), rileviamo una **tensione** inversamente proporzionale al valore ohmico della **R1**, come ci conferma questa semplice formula:

volt ai capi R2 = Vcc : (R1 + R2) x R2

Vcc = tensione che alimenta la **R1**
R1-R2 = valore delle resistenze in **kiloohm**

Ammesso di alimentare questo partitore con una tensione di **12 volt**, di avere per la **R2** un valore di **3,3 kiloohm** e di voler utilizzare per la resistenza **R1** questi **6** valori:

100-82-68-56-47-39 kiloohm

per ogni diverso valore di **R1** che inseriremo in **serie** alla **R2**, leggeremo sul **voltmetro** le seguenti **tensioni** (vedi fig.495):

12 : (100 + 3,3) x 3,3 = 0,38 volt
12 : (82 + 3,3) x 3,3 = 0,46 volt
12 : (68 + 3,3) x 3,3 = 0,55 volt
12 : (56 + 3,3) x 3,3 = 0,66 volt
12 : (47 + 3,3) x 3,3 = 0,78 volt
12 : (39 + 3,3) x 3,3 = 0,93 volt

Se ricolleghiamo questo **partitore** alla **B**ase di un transistor (vedi da fig.496 a fig.501), con i tre va-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

lori di **R1** di **100-82-68 kiloohm** leggeremo una tensione rispettivamente di **0,38-0,46-0,55 volt**, mentre con gli altri tre valori di **R1** di **56-47-39 ohm**, leggeremo **sempre** una tensione **fissa** di **0,65 volt**.

Ora vi chiederete perchè con queste ultimi tre valori della resistenza **R1**, la tensione rimanga **fissa** su **0,65 volt** pur sapendo, dai calcoli che abbiamo riportato, che dovrebbe variare da un minimo di **0,66 volt** fino ad un massimo di **0,93 volt**.

A tal proposito, iniziamo col dirvi che la **giunzione B**ase/**E**mettitore di un transistor si comporta come un **diodo** al **silicio** con l'**anodo** rivolto verso il terminale **B**ase e il **catodo** rivolto verso il terminale **E**mettitore (vedi fig.502).

Ora dovete sapere che un **diodo** al **silicio** inizia a **condurre** solo quando ai suoi capi è presente una tensione in grado di superare il suo valore di **soglia**, che si aggira intorno agli **0,65 volt**: quindi è intuitivo che, con tensioni **minori**, questo diodo **non** riesce a portarsi in **conduzione**.

Solo quando si supera il valore di **soglia** di **0,65 volt**, il **diodo** inizia a **condurre** assorbendo corrente tramite la resistenza **R1**.

Indipendentemente dalla **corrente** che scorre nella resistenza **R1**, tra il terminale **B**ase e l'**E**mettitore è sempre presente una tensione di **0,65 volt**.

Per sapere quanta **corrente** occorre far scorrere nella resistenza **R2** per riuscire ad ottenere ai suoi capi una tensione di **0,65 volt**, possiamo servirci della seguente formula:

mA su R2 = Vbe : R2 in kiloohm

Sapendo che la **Vbe** (significa **V**olt **b**ase **e**mettitore) è di **0,65 volt** e che la resistenza **R2** ha un valore di **3,3 kiloohm**, in quest'ultima dovremo far scorrere una corrente **non inferiore** a:

0,65 : 3,3 = 0,196969 mA

numero che potremo arrotondare a **0,197 mA**.

Ammesso di alimentare il **partitore R1-R2** con una tensione di **12 volt** e di voler usare per la resistenza **R1** questi **6** valori:

100-82-68-56-47-39 kiloohm

nella resistenza **R2** scorrerà una **corrente** che **aumenterà** via via che **ridurremo** il valore **ohmico**

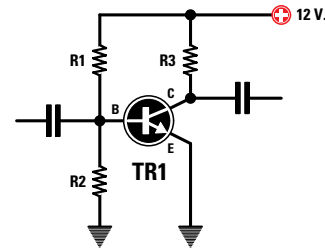



Fig.494 Le resistenze R1-R2 collegate alla Base di un transistor servono per poterlo fare lavorare in "classe A".

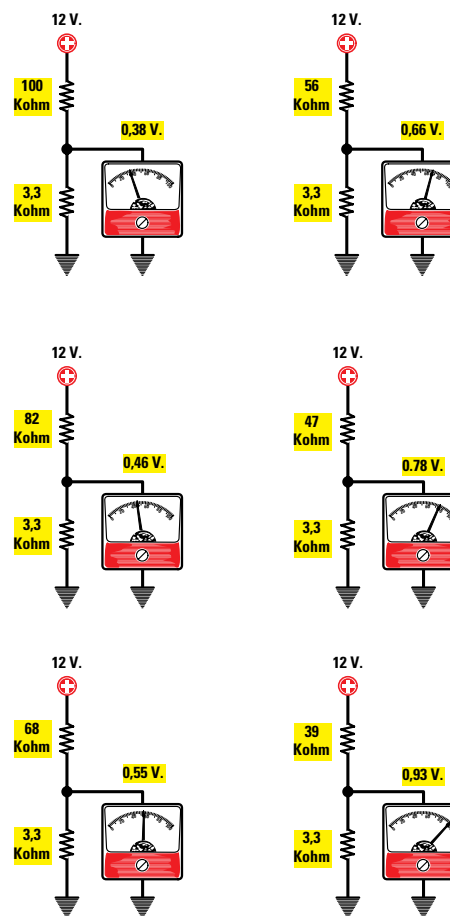



Fig.495 Se scolleghiamo queste resistenze dalla Base del transistor e sulla loro giunzione applichiamo un tester, rileveremo una tensione che risulterà inversamente proporzionale al valore della R1.
Tenendo fisso il valore della R2 e variando il valore della R1, sul tester leggeremo le tensioni indicate nei disegni.

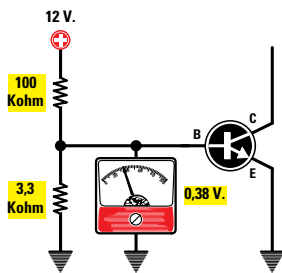



Fig.496 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 100 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo una tensione di 0,38 volt.

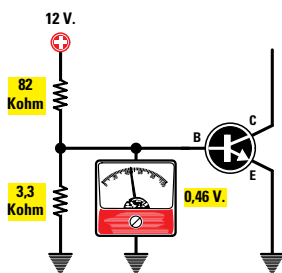



Fig.497 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 82 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo una tensione di 0,46 volt.

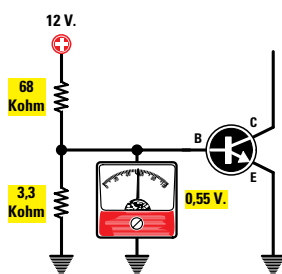



Fig.498 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 68 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo una tensione di 0,55 volt.

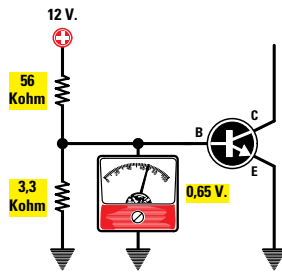



Fig.499 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 56 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo 0,65 volt e non 0,66 volt.

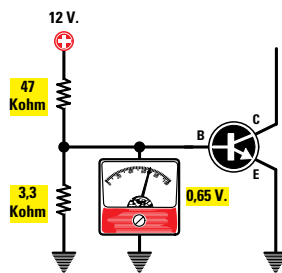



Fig.500 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 47 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo 0,65 volt e non 0,78 volt.

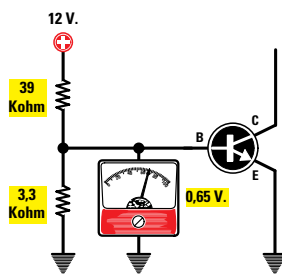



Fig.501 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 39 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo 0,65 volt e non 0,93 volt.

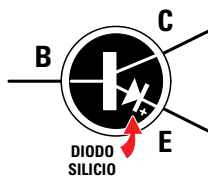



Fig.502 Con i valori di 56-47-39 kiloohm, la tensione rimane fissa su 0,65 volt perchè la giunzione Base/Emettitore di un transistor si comporta come se al suo interno fosse presente un diodo al silicio e poichè questo inizia a condurre quando si superano gli 0,65 volt, anche se il partitore R1-R2 fornisce più tensione questa si stabilizzerà su 0,65 volt.

della **R1** come ci conferma la formula:

mA = (Vcc – 0,65) : R1 in kiloohm

Quindi con i valori **ohmici** che abbiamo prescelto otterremo le seguenti **correnti**:

(12 – 0,65) : 100 = 0,113 mA
(12 – 0,65) : 82 = 0,138 mA
(12 – 0,65) : 68 = 0,166 mA
(12 – 0,65) : 56 = 0,202 mA
(12 – 0,65) : 47 = 0,241 mA
(12 – 0,65) : 39 = 0,291 mA

Come noterete, con le tre resistenze da **100-82-68 kiloohm** si ottiene una corrente **minore** di **0,197 mA**, quindi ai capi della **R2** non sono mai presenti gli **0,65 volt** necessari per portare in **conduzione** il transistor.

Solo con le tre resistenze da **56-47-39 kiloohm** si ottiene una corrente **maggiore** di **0,197 mA**, quindi ai capi della resistenza **R2** è presente la tensione di **0,65 volt** necessaria per portare il transistor in **conduzione**.

Sapendo che il transistor inizia a **condurre** solo quando in questo **partitore resistivo** scorre una corrente **maggiore** di **0,197 mA**, utilizzando la formula che riportiamo qui di seguito sapremo quanta **corrente** potremo far giungere sulla **B**ase del transistor:

corrente sulla Base = (mA di R1 – mA di R2)

Pertanto con le **6** resistenze prese in esame avremo a disposizione le seguenti correnti:

con 100 kiloohm = 0,113 – 0,197 = – 0,084 mA
con 82 kiloohm = 0,138 – 0,197 = – 0,059 mA
con 68 kiloohm = 0,166 – 0,197 = – 0,031 mA
con 56 kiloohm = 0,202 – 0,197 = + 0,005 mA
con 47 kiloohm = 0,241 – 0,197 = + 0,044 mA
con 39 kiloohm = 0,291 – 0,197 = + 0,094 mA

Poichè con i primi **tre** valori di resistenza si ottiene un **numero negativo**, la **B**ase **non** assorbirà nessuna **corrente** e in questa condizione si dice che il transistor si trova in **interdizione**, perchè **non** riesce a condurre.

Solo con gli ultimi **tre** valori di resistenza otteniamo un **numero positivo** e in queste condizioni il transistor inizia a **condurre**, amplificando i segnali che vengono applicati sulla sua **B**ase.

Nel nostro esempio abbiamo scelto per la **R2** un valore di **3,3 kiloohm**, ma in alcuni schemi potre-

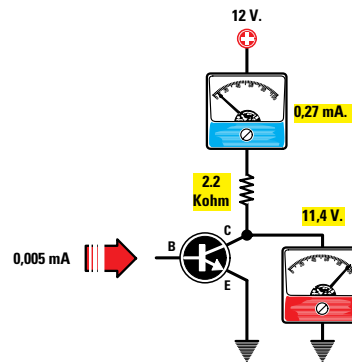



Fig.503 Se nella Base di un transistor con "hfe" di 55 scorre una corrente di 0,005 mA, sul suo Collettore scorrerà una corrente di 0,27 mA e in tali condizioni sul Collettore rileveremo una tensione di 11,4 V, quasi identica alla Vcc di alimentazione.

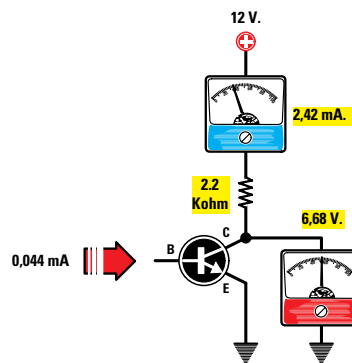



Fig.504 Se nella Base scorre una corrente di 0,044 mA, la corrente di Collettore salirà da 0,27 mA a 2,42 mA e in queste condizioni sul Collettore rileveremo una tensione di 6,68 volt, pari quasi alla metà della tensione di alimentazione.

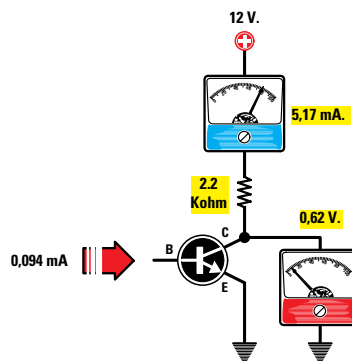



Fig.505 Se nella Base scorre una corrente di 0,094 mA, la corrente di Collettore aumenterà da 0,27 mA a 5,17 mA e in queste condizioni sul Collettore leggeremo una tensione di 0,62 volt, cioè il minimo valore della tensione di alimentazione.

ste trovare dei valori completamente diversi, compreso quello della resistenza **R1**.
I valori utilizzati per le resistenze **R1** e **R2** permettono sempre di ottenere ai capi della **R2** una tensione **fissa** di **0,65 volt**.

LA CORRENTE di COLLETTORE

Poichè un transistor amplifica un segnale in **corrente**, più ne scorre nella sua **B**ase più ne scorre nel **C**ollettore.
La **corrente** che scorre nel **C**ollettore si ricava moltiplicando la **corrente** di **B**ase per la **hfe** del transistor, cioè per il suo **guadagno** in **corrente** come ci conferma la formula:

mA Collettore = (corrente Base x hfe)

Quindi se abbiamo un transistor con una **hfe** di **55**, (pari ad un guadagno in corrente di **55 volte**) e sulla **B**ase applichiamo le **correnti** fornite dalle resistenze da **56-47-39 kiloohm**, nel suo **C**ollettore scorreranno le seguenti correnti (vedi da fig.503 a fig.505):

(R1 da **56 kiloohm)** **0,005 x 55 = 0,27 mA**
(R1 da **47 kiloohm)** **0,044 x 55 = 2,42 mA**
(R1 da **39 kiloohm)** **0,094 x 55 = 5,17 mA**

Più **corrente** scorre nel **C**ollettore più aumenta la **caduta** di **tensione** ai capi della resistenza **R3** e di conseguenza meno **tensione** è presente sul **C**ollettore come ci conferma la formula:

volt Collettore = Vcc – (R3 kiloohm x mA)

Quindi se il transistor risulta alimentato con una tensione di **12 volt** e nel **C**ollettore abbiamo inserito una resistenza **R3** da **2,2 kiloohm**, rileveremo queste tensioni:

12 – (2,2 x 0,27) = 11,4 volt
12 – (2,2 x 2,42) = 6,68 volt
12 – (2,2 x 5,17) = 0,62 volt

Come potete notare, quando nel **C**ollettore scorre una corrente di **0,27 mA** (vedi fig.503), su questo terminale rileviamo una tensione di **11,4 volt**, quando scorre una corrente di **2,42 mA** (vedi fig.504) su questo terminale rileviamo una tensione di **6,68 volt**, mentre quando scorre una corrente di **5,17 volt** rileviamo una tensione di soli **0,62 volt** (vedi fig.505).

GRAFICO di un TRANSISTOR

Per conoscere la **corrente** minima e massima che è possibile applicare sulla **B**ase di un transistor in

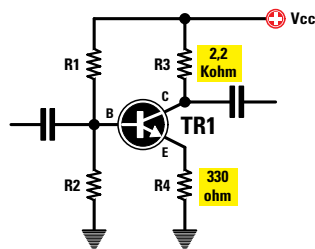



Fig.506 Collegando sull'Emettitore del transistor una resistenza (vedi R4) è possibile prefissarne il guadagno come ci conferma la formula Guadagno = R3 : R4.

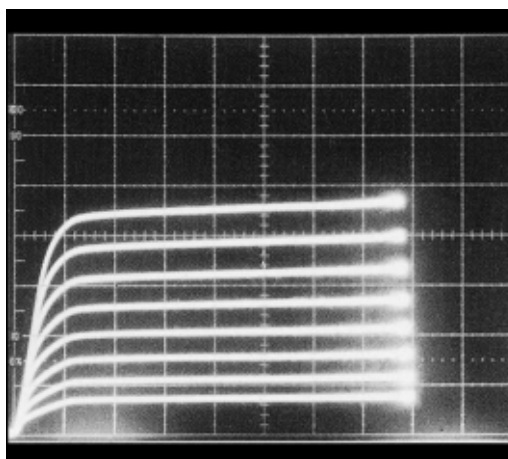



Fig.507 Lo strumento chiamato Tracciacurve permette di vedere di quanto può variare la corrente di Collettore variando la corrente che applicheremo sulla Base.

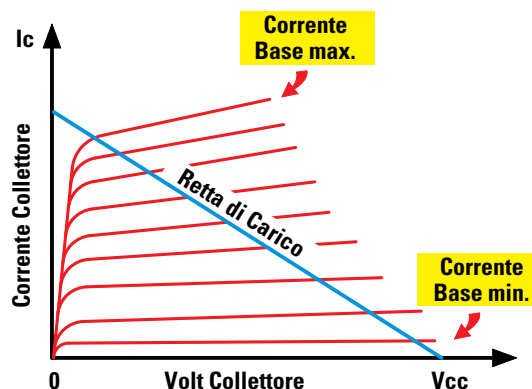
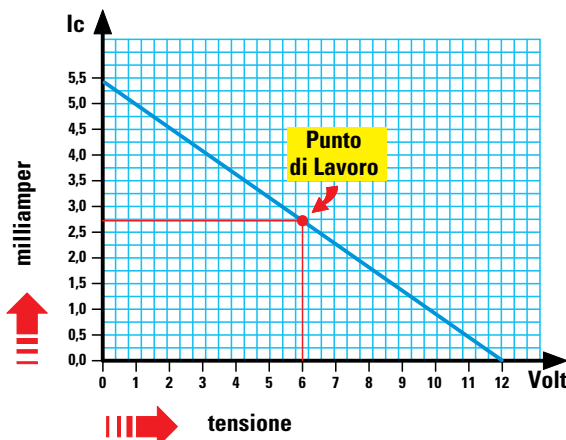



Fig.508 Dal grafico di un Tracciacurve potremo ricavare la "retta di carico" che, partendo dai volt massimi di alimentazione, raggiungerà la corrente massima che il transistor è in grado di erogare.

Fig.509 Non disponendo di un Tracciacurve è possibile ricavare la "retta di carico" inserendo nella linea orizzontale il valore della max tensione di alimentazione e nella linea verticale la massima corrente che possiamo far scorrere nel Collettore del transistor. Spostando il punto di lavoro sulla retta di carico il transistor lavorerà in classe A-B-AB o C.

rapporto alla sua **hfe** si usa comunemente uno strumento di misura chiamato **tracciacurve**, che permette di vedere sullo schermo di un oscilloscopio di quanto **aumenta** la **corrente** sul **C**ollettore variando la corrente di **B**ase (vedi fig.507).

Riferendosi a queste **curve** si può tracciare una linea in **diagonale** (vedi fig.508) chiamata **retta** di **carico** la quale, partendo dalla **Vcc** posta sull'asse **orizzontale**, raggiunga sull'asse **verticale** il punto corrispondente alla **massima** corrente che può scorrere nel **C**ollettore.

Per ricavare il valore della **corrente massima** possiamo utilizzare la formula:

corrente massima = Vcc : R3 in kiloohm

Poichè nel nostro esempio abbiamo utilizzato una **R3** da **2,2 kiloohm**, nel **C**ollettore può scorrere una corrente **massima** di:

12 : 2,2 = 5,45 milliamper

Se in sostituzione della resistenza **R3** da **2,2 kiloohm** avessimo inserito una resistenza da **10 kiloohm**, la massima corrente che avremmo potuto far scorrere nel **C**ollettore sarebbe stata di soli:

12 : 10 = 1,2 milliamper

Variando la **corrente** sulla **B**ase del transistor possiamo spostare il **punto** di **lavoro**, cioè fare in modo che, in **assenza** di segnale, il **C**ollettore assorba più o meno **corrente**.

È proprio scegliendo il **punto** di **lavoro** su questa **retta** di **carico**, che è possibile far lavorare un transistor in **classe A**-**B**-**AB**-**C**.

Poichè il **tracciacurve** non è uno strumento facilmente reperibile, vi spiegheremo come si possa ugualmente tracciare una **retta** di **carico** che, anche se molto **approssimativa**, vi aiuterà a comprendere meglio le differenze intercorrenti tra le diverse **classi**.

Prendete un foglio di carta a quadretti e tracciate una linea **verticale**, inserendo il **alto** la **massima corrente** che è possibile far scorrere nel **C**ollettore prima che vada in **saturazione** (vedi fig.509).

In basso tracciate una linea **orizzontale**, indicando sull'estremità di destra la **tensione Vcc** di alimentazione del transistor.

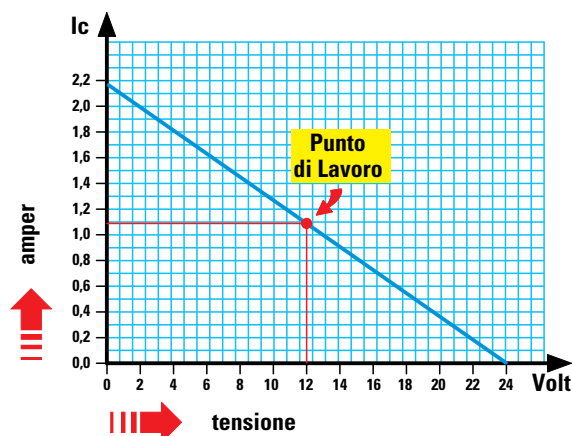
Tra questi due **punti** tracciate una linea in **diagonale** riportando su di essa le **correnti** di **B**ase: poichè però non le conoscete, è sufficiente che ricordiate che il **punto** posto in alto a **sinistra** corrisponde alla **massima** corrente che può scorrere nel **C**ollettore e il **punto** in basso a **destra**, alla **minima** corrente richiesta per portare il transistor in **conduzione**.

Conoscendo il valore della **tensione Vcc** potete calcolare la corrente **massima** che è possibile far scorrere nel **C**ollettore utilizzando la formula:

corrente massima = Vcc : R3 in kiloohm

Poichè in questo esempio per la resistenza **R3** è stato utilizzato un valore di **2,2 kiloohm** e come tensione di alimentazione un valore di **12 volt**, potrete far scorrere una corrente **massima** di:

12 : 2,2 = 5,45 milliamper

Fig.510 Se abbiamo un transistor di potenza, nella linea verticale riporteremo la corrente massima che potremo far scorrere nel Collettore e nella linea orizzontale il valore della massima tensione di alimentazione.
Unendo con una linea questi due punti ricaveremo la "retta di carico" di questo transistor.

Inserite quindi questo valore di corrente nella parte superiore della **linea verticale** (vedi fig.509).

Se in uno schema risultasse inserita una resistenza **R3** da **8,2 kiloohm**, la massima corrente che potrebbe scorrere nel **C**ollettore sarebbe di:

12 : 8,2 = 1,46 milliamper

numero da inserire nella **linea verticale** in sostituzione di **5,45**.

Il grafico riportato in fig.509 si riferisce al transistor preso come esempio, quindi se avete un diverso transistor oppure uno di **media** o **alta potenza** nel cui **C**ollettore può scorrere una corrente anche di **1** o **2 amper**, dovrete disegnare un nuovo grafico inserendo nella linea **verticale** i valori della **corrente** massima di **C**ollettore (vedi fig.510).

Quando il transistor **non** conduce, poichè nel **C**ollettore **non** scorre nessuna **corrente**, rileverete la massima **tensione** positiva, quando invece il transistor **inizia** a condurre, la corrente di **C**ollettore **aumenta** proporzionalmente al valore della corrente che applicherete sulla **B**ase.

Più **corrente** scorre nella resistenza **R3**, più **diminuisce** la **tensione** nel **C**ollettore e quando questa raggiunge un valore prossimo a **0 volt** si dice che il transistor è in **saturazione**, perchè anche **aumentando** la corrente di **B**ase non sarà possibile far assorbire al **C**ollettore una corrente **maggiore**.

un TRANSISTOR in classe A

Per far lavorare un transistor in **classe A** occorre polarizzare la **B**ase in modo che nel **C**ollettore scorra la **metà** della sua corrente **massima** che, nel nostro esempio, sarebbe di **2,72 mA**.

In queste condizioni tra il terminale **C**ollettore e l'**E**mettitore sarà presente una tensione di **6 volt**, pari alla **metà** della **Vcc** (vedi fig.511), che viene sempre indicata **Vce** (**v**olt **c**ollettore/**e**mettitore).

Se ora applichiamo un segnale **alternato** sulla **B**ase del transistor quando la sua **semionda positiva** raggiunge la **massima** ampiezza, il transistor assorbirà **più corrente** e di conseguenza la **tensione** sul **C**ollettore scenderà verso gli **0 volt**.

Quando la **semionda negativa** raggiungerà la sua **massima** ampiezza, il transistor assorbirà **meno corrente** e di conseguenza la **tensione** sul **C**ollettore salirà verso i **12 volt** (vedi fig.511).

Guardando il grafico di fig.512 riuscirete a comprendere molto più facilmente come variano la **tensione** e la **corrente** sul **C**ollettore quando il transistor amplifica un segnale **alternato**.

Osservando il grafico di fig.511 potete notare tutte le variazioni di **tensione** e **corrente** del transistor: vi facciamo comunque presente che se pensate di riuscire a rilevare queste variazioni inserendo in questo stadio un **amperometro**, rimarrete delusi perchè quest'ultimo indicherà sempre il **valore medio** di assorbimento.
Infatti, le variazioni d'ampiezza tra il massimo positivo e il massimo negativo sono così **veloci** che la lancetta dello strumento non riesce a seguirle.

Solo se avete a disposizione un **oscilloscopio** vedrete sullo schermo le due semionde **salire** e **scendere**.

Il segnale applicato sulla **B**ase viene prelevato dal **C**ollettore **sfasato** di **180°**, perchè la **semionda positiva** partendo da un minimo di **6 volt** scende verso gli **0 volt** e la **semionda negativa** partendo da un minimo di **6 volt** sale verso i **12 volt**.

In precedenza abbiamo precisato che per far lavorare un transistor in **classe A** bisogna polarizzare la sua **B**ase in modo che sul **C**ollettore risulti presente **metà** della **tensione** di alimentazione.
Aggiungiamo ora che questo valore di tensione **non** è assolutamente critico, quindi una piccola differenza in più o in meno non modifica il funzionamento.

Se sul **C**ollettore risultasse presente una tensione di **7 volt** anzichè di **6 volt** (vedi fig.513), dall'uscita preleveremmo sempre un'**onda sinusoidale** e lo stesso dicasi se fosse presente una tensione di **5 volt** come risulta visibile in fig.516.

Qualche problema si potrà presentare soltanto se applicheremo sulla **B**ase dei segnali di ampiezza **elevata**, oppure se amplificheremo il segnale in modo **esagerato**.

Se sul **C**ollettore risultasse presente una tensione di **7 volt** e sull'ingresso applicassimo un segnale di ampiezza elevata, **toseremmo** tutte le **semionde superiori** come visibile in fig.515.

Se sul **C**ollettore risultasse presente una tensione di **5 volt** e sull'ingresso applicassimo sempre un segnale di ampiezza elevata, **toseremmo** tutte le **semionde inferiori** come visibile in fig.518.

Il **massimo** segnale in **volt** che potremo applicare sulla **B**ase del transistor per evitare di **tosarlo** lo ricaviamo con la formula:

volt ingresso Base = (Vcc x 0,8) : guadagno

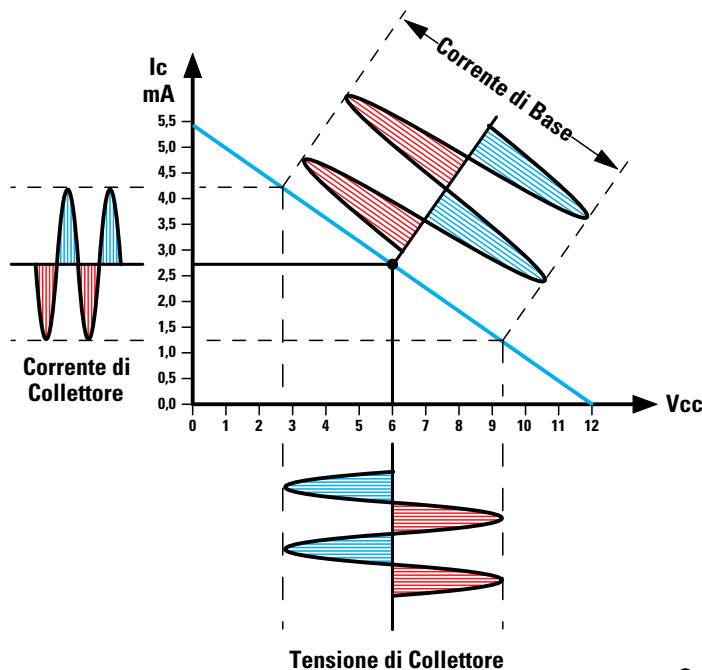
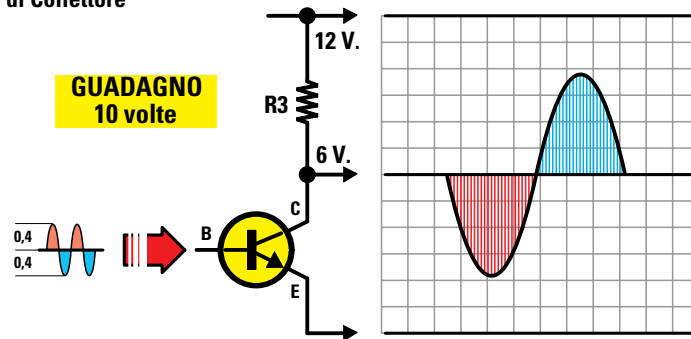



Fig.511 Per far lavorare un transistor in "classe A" dovremo polarizzare la sua Base in modo che, in assenza di segnale, sul Collettore risulti presente metà tensione di alimentazione.
Quando sulla Base applicheremo un segnale alternato, in presenza delle semionde Negative il transistor assorbirà meno corrente e in presenza delle semionde Positive assorbirà più corrente.

Fig.512 In questo grafico è evidenziato come la semionda positiva applicata sulla Base fa scendere la tensione sul Collettore da 6 volt verso gli 0 volt, mentre la semionda negativa la fa salire da 6 volt verso i 12 volt.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

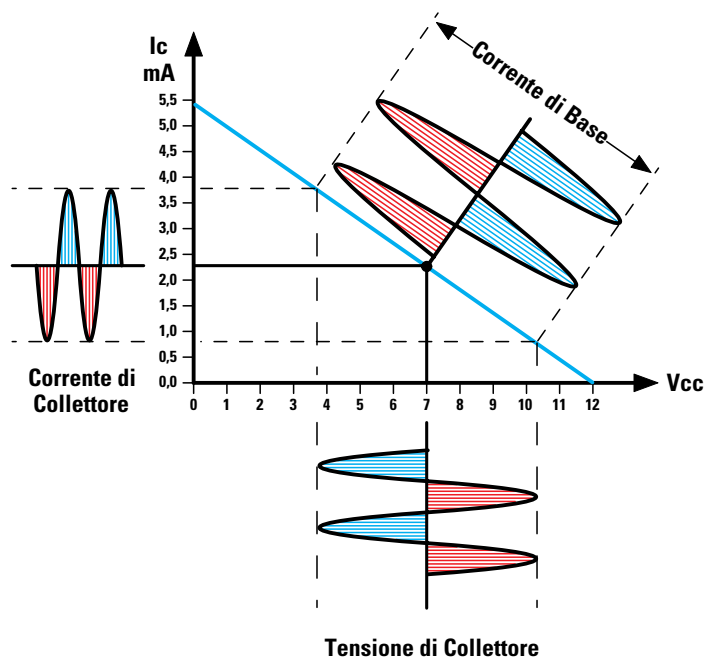



Fig.513 Il valore della metà tensione di alimentazione non è critico, quindi anche se risultasse presente una tensione di 7 volt, noteremo che il segnale applicato sulla Base non fuoriuscirà dalla sua retta di carico.

Fig.514 Spostando il punto di lavoro in modo da ritrovarsi sul Collettore una tensione di 7 volt, anzichè di 6 volt, la sinusoide che amplificheremo non fuoriuscirà dai suoi limiti di 12 volt e di 0 volt.

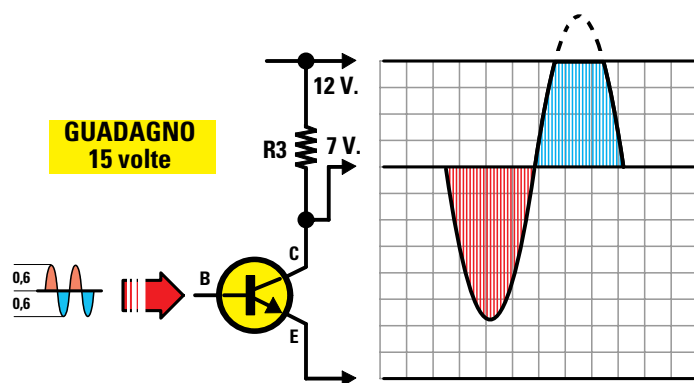
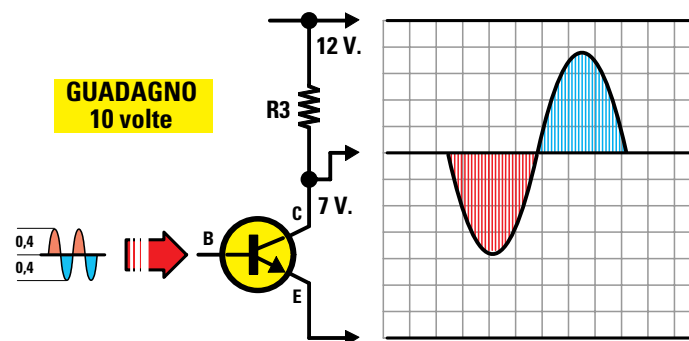



Fig.515 Soltanto aumentando il Guadagno del transistor parte del segnale verrà tosata ed otterremo così un segnale distorto. Per evitare questa distorsione è sufficiente ridurre il guadagno o l'ampiezza del segnale che entra nella Base.

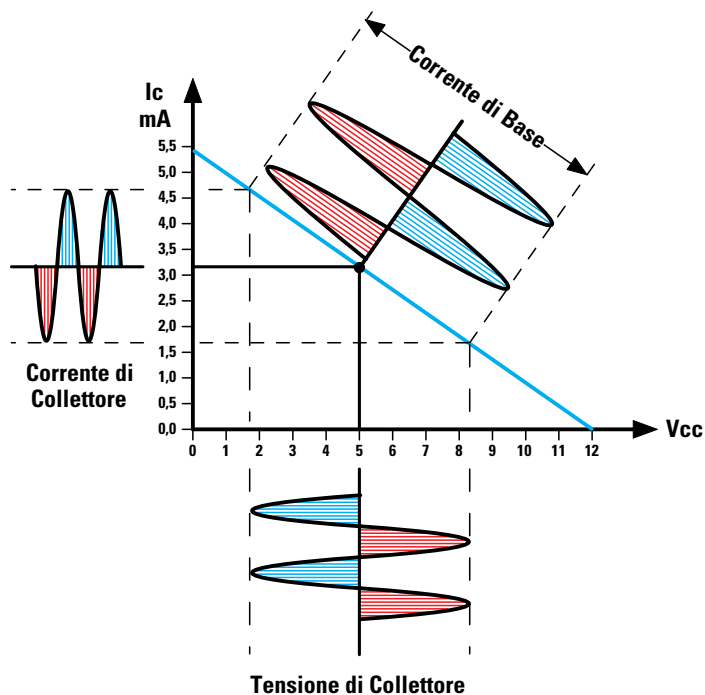



Fig.516 Se sul Collettore anzichè essere presente una tensione di 6 volt risultasse presente una tensione di soli 5 volt, noteremmo che anche in tal caso il segnale applicato sulla Base non fuoriuscirà mai dalla sua retta di carico.

Fig.517 Spostando il punto di lavoro in modo da ritrovarsi sul Collettore una tensione di 5 volt, anzichè di 6 volt, la sinusoide che amplificheremo non fuoriuscirà dai suoi limiti di 12 volt e di 0 volt.

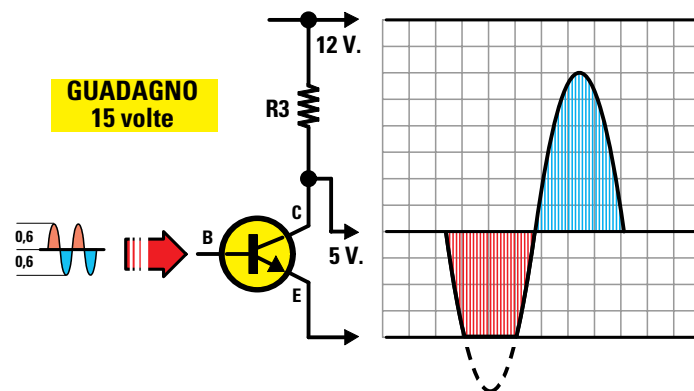
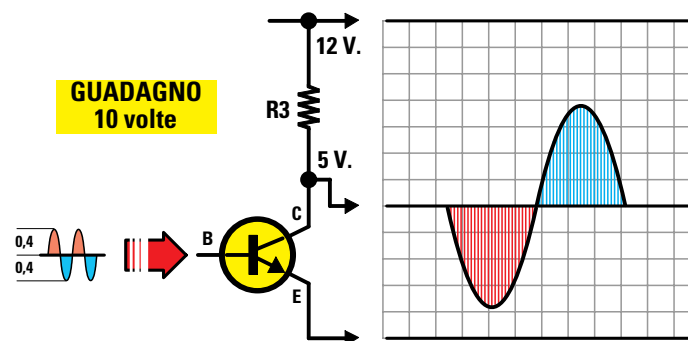



Fig.518 Soltanto aumentando il Guadagno del transistor parte del segnale verrà tosata e quindi otterremo un segnale distorto.
Per evitare questa distorsione è sufficiente ridurre il guadagno o l'ampiezza del segnale che entra nella Base.

Poichè nel nostro esempio abbiamo scelto un transistor che amplifica **55 volte** alimentato con una tensione di **12 volt**, sulla **B**ase non dovremo mai applicare dei segnali **maggiori** di:

(12 x 0,8) : 55 = 0,174 volt

Se supereremo questo valore, **toseremo** le due **estremità** della semionda e quindi in uscita otterremo un segnale **distorto**.

Alimentando il circuito con una tensione maggiore, ad esempio di **15 volt**, sulla **B**ase potremo applicare un segnale di:

(15 x 0,8) : 55 = 0,218 volt

Per amplificare dei segnali d'ampiezza **maggiore**, è necessario **ridurre** il suo guadagno e per farlo è sufficiente applicare tra l'**E**mettitore e la **massa** una **resistenza** (vedi **R4** in fig.506).

Questa **R4** permette di determinare il **guadagno** e per sapere con sufficiente **approssimazione** di quante volte verrà amplificato un segnale, potremo usare questa formula:

guadagno = R3 : R4

Ammesso che il valore della resistenza **R3** sia di **2.200 ohm** e il valore della resistenza **R4** di **330 ohm**, il transistor **amplificherà** un segnale di:

2.200 : 330 = 6,66 volte

Quindi, alimentando il transistor con una tensione di **15 volt** potremo applicare sul suo ingresso un segnale massimo di:

(15 x 0,8) : 6,66 = 1,8 volt

Nel nostro esempio abbiamo scelto per la resistenza **R3** un valore di **2.200 ohm** e per la **R4** un valore di **330 ohm**, ma se in un circuito troviamo una resistenza **R3** da **10.000 ohm** e una resistenza **R4** da **1.500 ohm**, il guadagno **non** varia:

10.000 : 1.500 = 6,66 volte

La **classe A** viene normalmente utilizzata per amplificare un segnale con una **bassissima** distorsione, perchè il transistor viene fatto lavorare a **riposo** sulla **metà** della linea diagonale della **retta** di **carico** (vedi fig.511).

L'unico svantaggio che presenta la **classe A** è quello di avere un transistor che assorbe sempre la stessa **corrente** sia in **assenza** di segnale che alla sua **massima potenza**, di conseguenza il suo corpo è obbligato a dissipare una elevata quantità di **calore**.

Per questo motivo la **classe A** non permette di ottenere in uscita da uno **stadio finale** delle **potenze** elevate, ma gli audiofili la preferiscono ugualmente per la sua **bassissima** distorsione.

un TRANSISTOR in classe B

Per far lavorare un transistor in **classe B** occorre polarizzare la sua **B**ase in modo che il suo **punto** di **lavoro** si trovi sul limite **inferiore** della sua **retta** di **carico** come visibile in fig.519.

In **assenza** di segnale, nel **C**ollettore **non** scorre nessuna **corrente** e quando sulla sua **B**ase giunge un segnale di **BF** il transistor inizia a condurre quando questo supera gli **0,65 volt** necessari per portarlo in conduzione.

Pilotando un transistor **NPN** questo riuscirà a portarsi in conduzione solo in presenza delle **semionde positive** e non delle **semionde negative**, che pertanto non verranno mai amplificate.

Pilotando un transistor **PNP** questo riuscirà a portarsi in conduzione solo in presenza delle **semionde negative** e non delle **semionde positive**, pertanto queste non verranno mai amplificate.

Sapendo che in **classe B** un transistor **NPN** è in grado di amplificare le sole **semionde positive** e un transistor **PNP** le sole **semionde negative**, per poterle amplificare **entrambe** è necessario utilizzare due transistor uno **NPN** e uno **PNP** collegati in **serie** come visibile in fig.520.

Prelevando il segnale dai due **E**mettitori dei transistor riusciamo ad ottenere l'**onda sinusoidale** completa applicata sull'ingresso.

La **classe B** presenta il vantaggio di fornire in uscita delle **potenze elevate**, anche se con una notevole **distorsione**.

Infatti, prima che la **semionda positiva** riesca a portare in conduzione il transistor **NPN** e la **semionda negativa** a portare in conduzione un transistor **PNP**, i due segnali devono superare il richiesto **livello** di **soglia** di **0,65 volt**.

Quindi quando il segnale passa dalla **semionda positiva** alla **semionda negativa** o viceversa, si ha un tempo di **pausa** nel corso del quale nessuno dei due transistor risulta in conduzione (vedi fig.520).

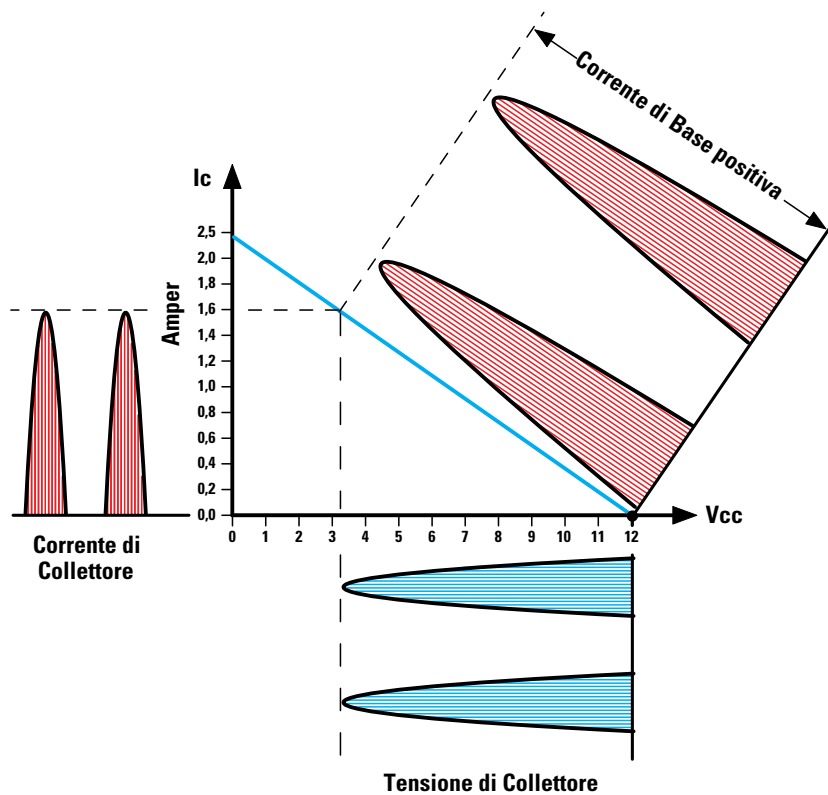
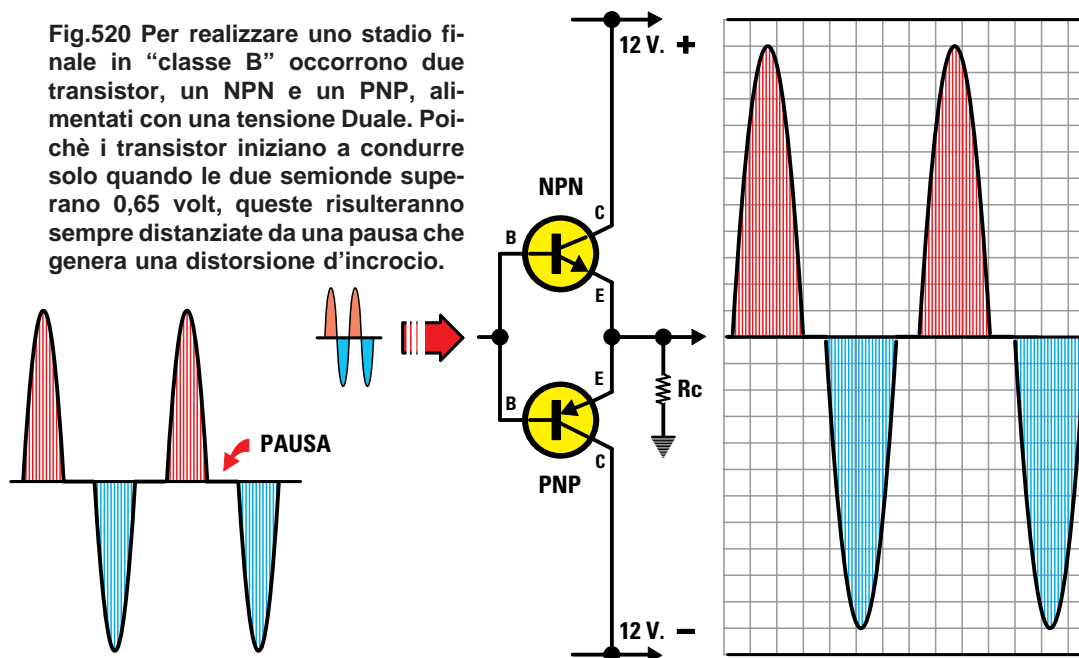



Fig.519 Se NON polarizziamo la Base di un transistor, questo lavora in "classe B", quindi in assenza di un segnale nel Collettore non scorrerà nessuna corrente, pertanto su questo terminale sarà presente la massima tensione positiva (vedi fig.503).
Applicando sulla Base di un transistor NPN un segnale sinusoidale, questo amplificherà per il suo massimo le sole semionde positive, quando queste supereranno 0,65 volt. Se il transistor è un PNP questo amplificherà le sole semionde negative. Per amplificare entrambe le semionde dovremo collegare in serie un NPN e un PNP (vedi fig. 520).

Fig.520 Per realizzare uno stadio finale in "classe B" occorrono due transistor, un NPN e un PNP, alimentati con una tensione Duale. Poichè i transistor iniziano a condurre solo quando le due semionde superano 0,65 volt, queste risulteranno sempre distanziate da una pausa che genera una distorsione d'incrocio.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

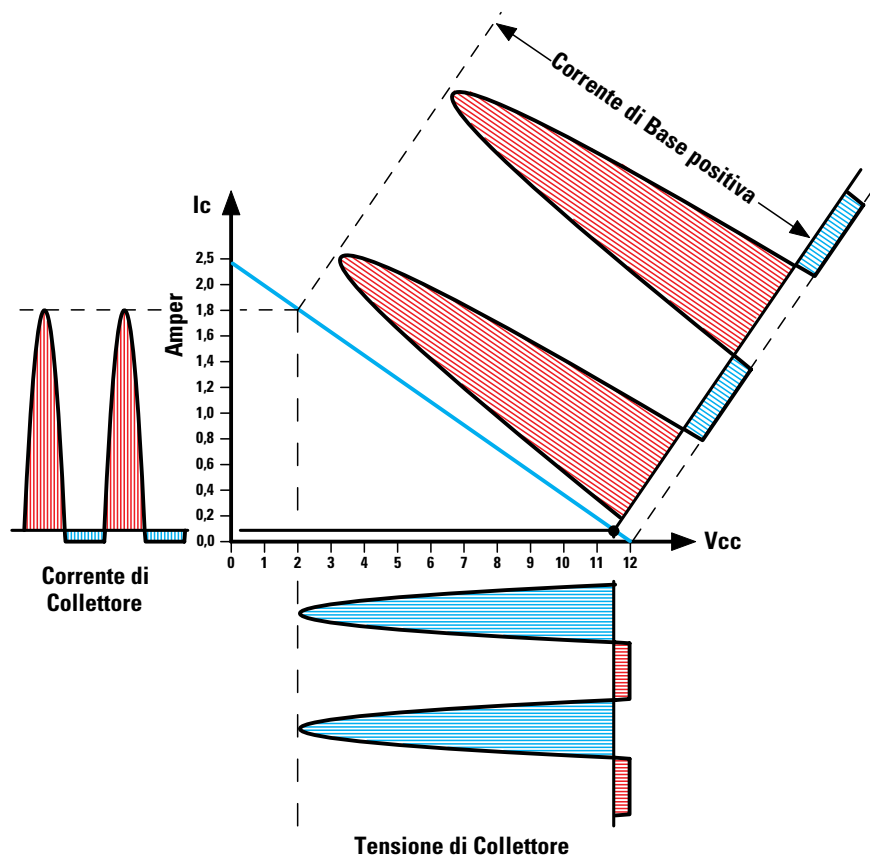
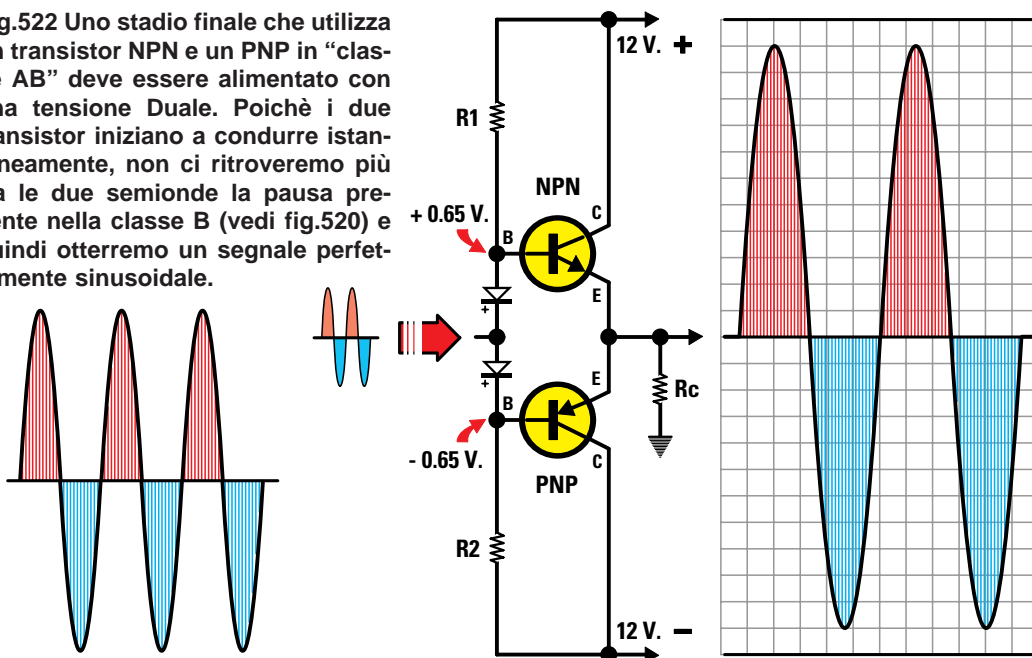



Fig.521 Se polarizziamo la Base di un transistor con una tensione di 0,65 volt questo lavora in "classe AB". Applicando sulla Base di un transistor NPN un segnale sinusoidale, subito questo amplificherà per il suo massimo le sole semionde positive perchè già si trova sul limite di conduzione. Per amplificare anche l'opposta semionda negativa dovremo collegare in serie un transistor NPN e un PNP (vedi fig.522).

Fig.522 Uno stadio finale che utilizza un transistor NPN e un PNP in "classe AB" deve essere alimentato con una tensione Duale. Poichè i due transistor iniziano a condurre istantaneamente, non ci ritroveremo più tra le due semionde la pausa presente nella classe B (vedi fig.520) e quindi otterremo un segnale perfettamente sinusoidale.

Questa **pausa** presente tra la due semionde viene chiamata **distorsione** di **incrocio**.

Quindi il solo vantaggio che presenta la **classe B** è quello di **non** far **assorbire** ai due transistor **nessuna** corrente in **assenza** di segnale e di far assorbire la **massima** corrente in presenza di segnale.

un TRANSISTOR in classe AB

Per riuscire ad ottenere sull'uscita di uno stadio finale la **elevata potenza** di un **classe B** senza che risulti presente la non gradita **distorsione** di **incrocio**, si usa la **classe AB** e un transistor **NPN** collegato in serie ad un **PNP**.

Sapendo che un transistor inizia a **condurre** quando sulla sua **B**ase è presente una tensione di **0,65 volt**, possiamo applicare quest'ultima inserendo due **diodi** al **silicio** alimentati dalle resistenze **R1-R2** come visibile in fig.522.

Quando sulla **B**ase del transistor **NPN** giunge un segnale di **BF**, questo provvede ad amplificare le **semionde positive** complete perchè già si trova in **conduzione**, ma non è in grado di amplificare le opposte **semionde negative**.

Quando sulla **B**ase del transistor **PNP** giunge un segnale di **BF**, questo provvede ad amplificare le **semionde negative** complete perchè già si trova in **conduzione**, ma non è in grado di amplificare le opposte **semionde positive**.

Prelevando il segnale amplificato dagli **E**mettitori dei transistor **NPN** e **PNP** otteniamo una **onda sinusoidale** completa.

Il segnale **sinusoidale** che fuoriesce da questo stadio risulta **privo** di **distorsione**, perchè non esiste più quella **pausa** tra la **semionda positiva** e la **semionda negativa** presente nella **classe B**.

Il principale vantaggio offerto dalla **classe AB** è quello di riuscire a prelevare in uscita una **elevata potenza** facendo assorbire ai **C**ollettori dei transistor una corrente **irrisoria** in **assenza** di segnale. Dissipando a **riposo** una **minima** corrente, i transistor riscaldano molto **meno** rispetto ad uno stadio finale in **classe A**, quindi è possibile **ridurre** le dimensioni dell'**aletta** di **raffreddamento** necessaria per dissipare il **calore** generato.
La **classe AB** viene normalmente utilizzata per realizzare degli stadi finali di **potenza Hi-Fi**.

un TRANSISTOR in classe C

La **classe C** non viene mai utilizzata per amplificare dei segnali di **BF** perchè, anche se si riescono ad ottenere in uscita delle **potenze elevate**, il suo segnale ha una notevole **distorsione**: per questo motivo la **classe C** si usa esclusivamente per realizzare degli stadi finali per **alta frequenza.**

Come potete vedere in fig.524, la **B**ase di un transistor in **classe C** non viene mai polarizzata e in quasi tutti gli schemi si può notare che la **B**ase risulta collegata a **massa** tramite una **impedenza RF** (vedi fig.525), che serve solo ad impedire che il segnale **RF** che giunge dal transistor **pilota** si scarichi verso **massa**.

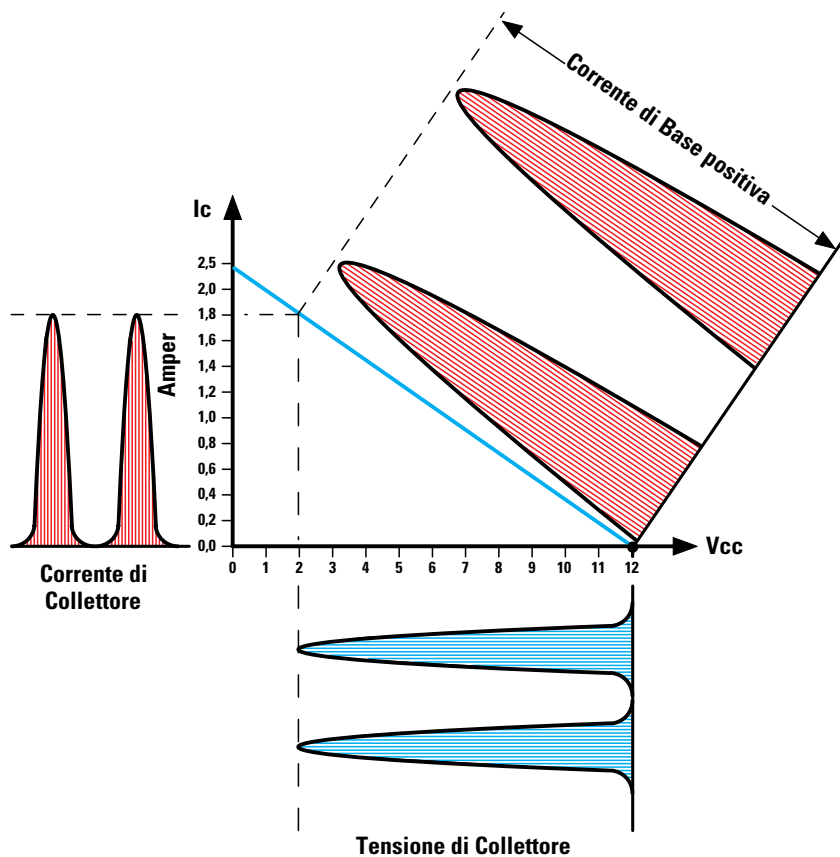
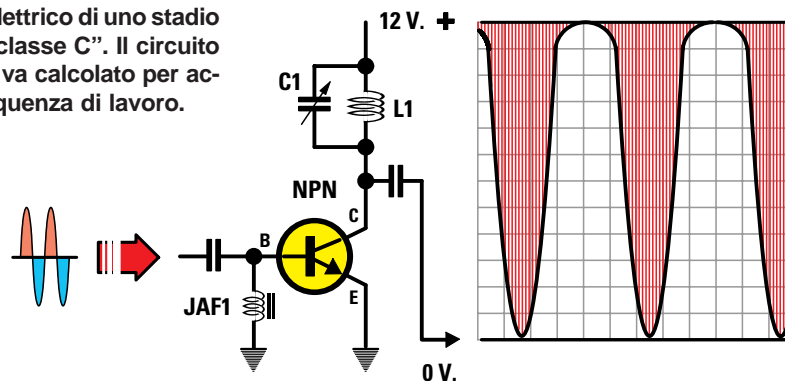
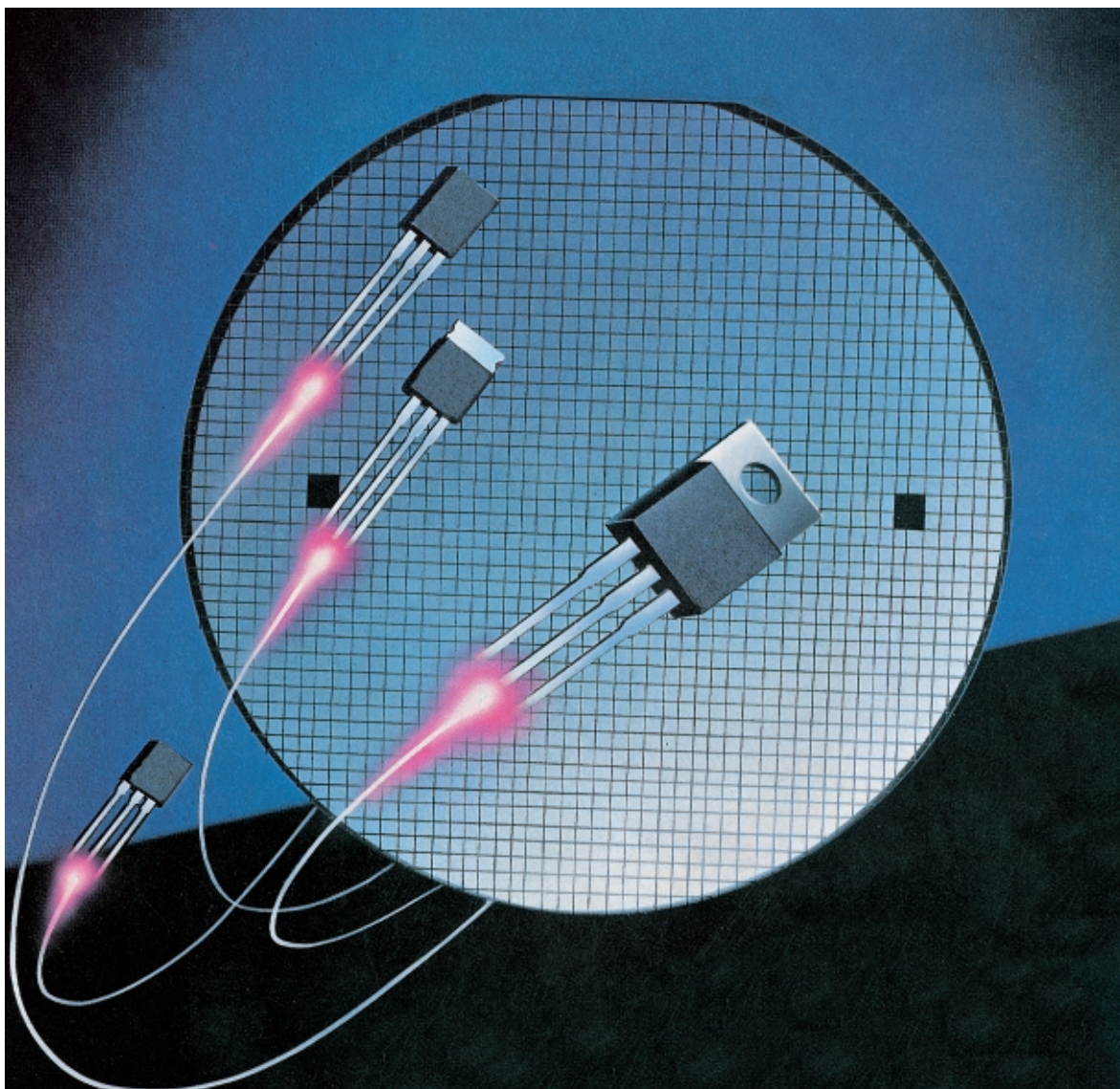



Fig.524 Anche la Base di un transistor che lavora in "classe C" non risulta polarizzata perchè collegata a massa tramite una impedenza RF (vedi JAF1 in fig.525). Quando la semionda positiva applicata sulla Base supera il livello di soglia di 0,65 volt, il transistor provvede ad amplificarla per il suo MASSIMO guadagno. Anche se viene amplificata una sola semionda, sarà il circuito di accordo C1/L1 o il filtro Passa/Basso, sempre collegati sul Collettore, a ricreare la semionda mancante perchè agiscono da "volano".
In assenza di segnale nel Collettore non scorrerà nessuna corrente e quando sulla Base giungerà un segnale RF, il transistor assorbirà la sua massima corrente.

Fig.525 Schema elettrico di uno stadio amplificatore in "classe C". Il circuito di accordo C1-L1 va calcolato per accordarsi sulla frequenza di lavoro.

DOVETE SAPERE anche QUESTO

Molti ritengono che un finale in **push-pull** sia il classico riportato in fig.526, che utilizza sia per l'ingresso che per l'uscita due **trasformatori** provvisti di una **presa centrale**, invece tutti gli stadi che utilizzano due transistor, anche se denominati finali **single-ended** o a **simmetria complementare**, sono anch'essi dei **push-pull**.

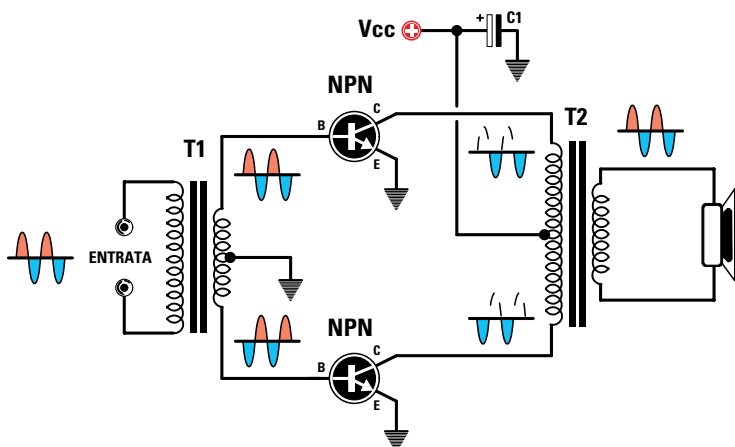
I due transistor **NPN** dello schema di fig.526 amplificano le sole **semionde positive**, ma poichè sulle loro **B**asi giunge un segnale **sfasato** di **180°**, quando sul primo transistor giunge la **semionda positiva** sul secondo transistor giunge la **semionda negativa** e viceversa.

Quando sul **primo** transistor giunge la **semionda positiva**, questo provvede ad amplificarla, mentre il **secondo** transistor sul quale giunge la **semionda negativa**, in quanto il segnale risulta sfasato di **180°**, **non** l'amplifica.

Quando sul **primo** transistor giunge la **semionda negativa**, questo **non** l'amplifica, ma poichè sul **secondo** transistor giunge la **semionda positiva**, sarà quest'ultimo ad amplificarla.

Quindi nel lasso di **tempo** in cui il primo transistor **lavora** il secondo **riposa** e nel lasso di **tempo** in cui il primo transistor **riposa** il secondo **lavora**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.526 Schema classico di uno stadio finale Push-Pull che utilizza per l'ingresso e per l'uscita due trasformatori con presa centrale.

Poichè i due **C**ollettori dei transistor sono collegati ad un trasformatore d'**uscita** provvisto di una **presa centrale** (vedi **T2**), dal suo secondario è possibile prelevare una **sinusoide** completa.

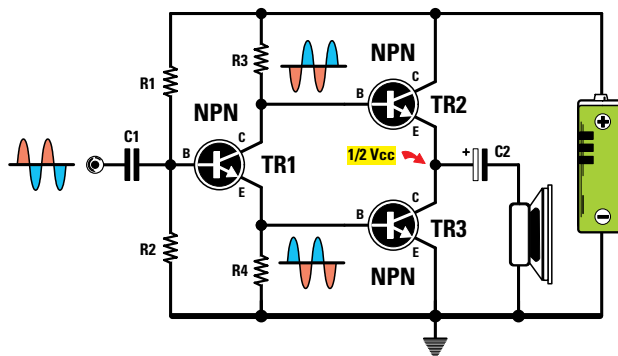
Se la **presa centrale** del trasformatore d'**ingresso** che alimenta le **B**asi (vedi **T1**) viene collegata a **massa**, i due transistor iniziano a condurre solo quando le **semionde positive** superano gli **0,65 volt** richiesti per portarli conduzione, quindi questo stadio lavorerà in **classe B**.

Se la **presa centrale** del trasformatore viene collegata ad un **partitore resistivo** in grado di fornire sulle **B**asi dei transistor una tensione di **0,65 volt** per portarli leggermente in conduzione (vedi fig.521), questo stadio lavorerà in **classe AB**.

Uno stadio finale in **push-pull** si può realizzare anche senza **nessun** trasformatore (vedi fig.527), ma in questo caso i due transistor finali **NPN** devono essere pilotati con un altro transistor **NPN** (vedi **TR1**) che provveda a **sfasare** di **180°** il segnale che giunge sulle **B**asi dei finali.
Collegando due resistenze di identico valore (vedi **R3-R4**) sul **C**ollettore e sull'**E**mettitore del transistor **TR1**, da questi due terminali preleveremo un segnale sfasato di **180°**.
Questo schema che **non** utilizza nessun **trasformatore** si chiama stadio finale **single-ended**.

Se le **B**asi dei due transistor **TR2-TR3** vengono polarizzate in modo far assorbire in assenza di segnale **metà** della loro corrente massima, come visibile nel grafico di fig.511, lo stadio finale lavorerà in **classe A**, quindi i due transistor amplificheranno sia le **semionde positive** che quelle **negative**.

Se le **B**asi dei due transistor **TR2-TR3** vengono polarizzate con una tensione di **0,65 volt** come visibile nel grafico di fig.521, lo stadio finale lavorerà in **classe AB**, quindi un transistor amplificherà le sole **semionde positive** e l'altro le sole semionde **negative** come nel **push-pull** di fig.526.

Fig.527 Uno stadio finale che utilizza due transistor NPN e nessun trasformatore prende il nome di Single-Ended.
Il transistor TR1 serve per sfasare il segnale BF di 180°.

Poichè i transistor **TR2-TR3** risultano collegati in **serie**, sulla loro giunzione **E**mettitore/**C**ollettore ci ritroveremo una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione, quindi per evitare che questa si scarichi a **massa** attraverso l'altoparlante, dovremo collegare quest'ultimo ai due transistor sempre tramite un **condensatore elettrolitico**.

Se realizziamo uno stadio finale in **push-pull** collegando in **serie** un transistor **NPN** con un **PNP** come visibile in fig.528, otteniamo il cosiddetto finale a **simmetria complementare**.

Il transistor **NPN** amplificherà le sole **semionde positive** e il transistor **PNP** le sole **semionde negative**.

Per far lavorare questo stadio finale in **classe AB** dovremo applicare sulle **B**asi dei due transistor i **diodi** al silicio **DS1-DS2**, che ci consentono di ottenere i richiesti **0,65 volt** per portarli leggermente in conduzione (vedi fig.521).

Prelevando il segnale amplificato dagli **E**mettitori dei due transistor collegati in **serie**, otterremo l'**onda sinusoidale**.

Quasi sempre uno stadio finale che utilizza un transistor **NPN** e un **PNP** viene alimentato con una tensione **duale** in grado di fornire una tensione **positiva** rispetto alla **massa** del transistor **NPN** e una tensione **negativa** rispetto alla **massa** del transistor **PNP**.

Alimentando questo stadio finale con una tensione **duale**, sui due **E**mettitori dei transistor otterremo una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa**, quindi l'altoparlante può essere collegato direttamente tra i due **E**mettitori e la **massa** senza interporre **nessun** condensatore.

Uno stadio finale che utilizza un transistor **NPN** e un **PNP** può essere alimentato anche con una tensione **singola** (vedi fig.529), ma se si desidera ottenere in uscita la **stessa** potenza che si ottiene con una tensione **duale**, bisogna **raddoppiare** i volt di alimentazione perchè i due transistor riceveranno solo **metà** tensione.

Poichè sulla giunzione **E**mettitore/**E**mettitore dei due transistor **NPN-PNP** è presente un valore di tensione pari alla **metà** di quello di alimentazione, per evitare che questa bruci l'altoparlante, è necessario isolare quest'ultimo con un **condensatore elettrolitico** che provveda a lasciare passare il solo segnale **BF** ma non la tensione **continua**.
A questo punto completiamo la nostra Lezione con la presunzione di essere riusciti a spiegarvi in modo comprensibile tutte le differenze che esistono tra una **classe A** e una **classe B** oppure una **classe AB**, così che quando vedrete lo schema di uno stadio amplificatore **finale** per **BF** saprete già in quale **classe** lavora.

La **classe C**, come abbiamo già accennato, si usa esclusivamente per realizzare con un **solo** transistor degli stadi finali di **potenza** per **trasmettitori**.

Fig.528 Uno stadio finale che utilizza un transistor NPN e un PNP collegati in serie viene chiamato a Simmetria Complementare. Questo stadio finale si alimenta normalmente con una tensione Duale. L'altoparlante va collegato direttamente sugli Emettitori senza condensatore.

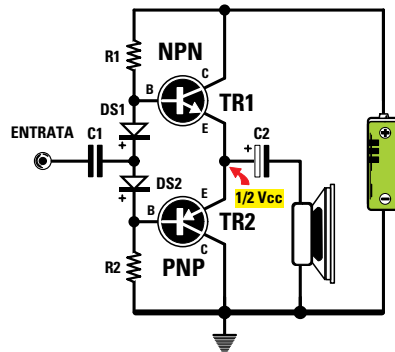



Fig.529 Uno stadio finale a Simmetria Complementare si può alimentare anche con una tensione Singola ma poichè sui due Emettitori è presente una tensione pari alla metà di quella di alimentazione, l'altoparlante va collegato tramite un condensatore elettrolitico.

MISURE inglesi CONVERTITE in DECIMALI

Misure lineari

1/8 pollice.. 0,317 cm
1/4 pollice .... 0,635 cm
1/2 pollice .... 1,270 cm
1 pollice (inch) .... 2,540 cm
1 piede (foot) = 12 pollici .... 30,480 cm
1 yarda (yard) = 3 piedi .... 91,439 cm
1 miglio inglese = 1760 yarde ... 1.609,330 metri
1 miglio marino (nodo) .... 1.854,965 metri

Misure di superficie

1 pollice sq. (square inch) .... 6,451 cm quadrati
1 piede sq. (square foot) .... 929 cm quadrati
1 yarda sq. (square yard) .... 8.361 cm quadrati

IMPORTANTE

Nella componentistica elettronica di fabbricazione anglosassone ed USA (vedi connettori, zoccoli, ecc.) vengono tuttora utilizzati come unità di misura i **decimi** di **pollice**.

Normalmente non compare l'indicazione decimi di pollice, bensì dei numeri preceduti da un **punto**, ad esempio **.1 - .5 - .135** ecc., che corrispondono a **0,1 - 0,5 - 0,135**.

Per ricavare la corrispondente misura in millimetri è necessario eseguire la seguente operazione:

mm = 2,54 x frazione di pollice

TABELLA N.1

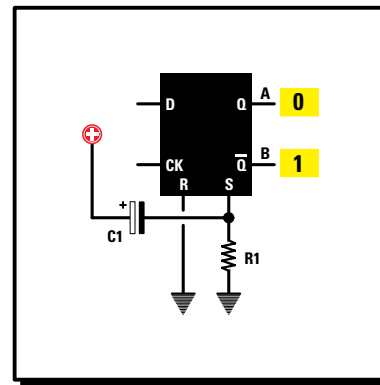
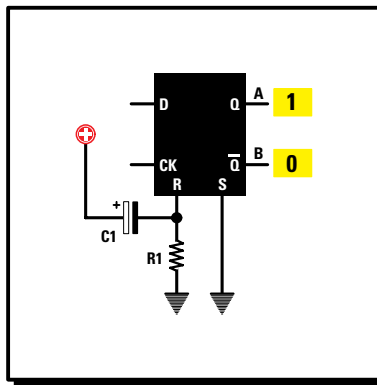
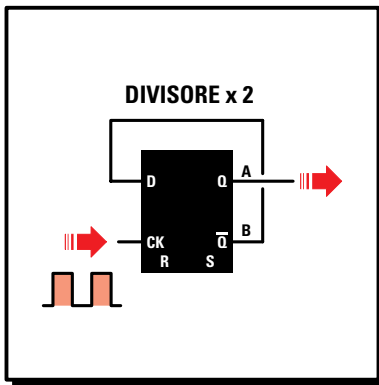
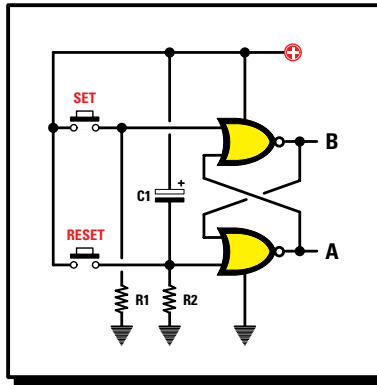
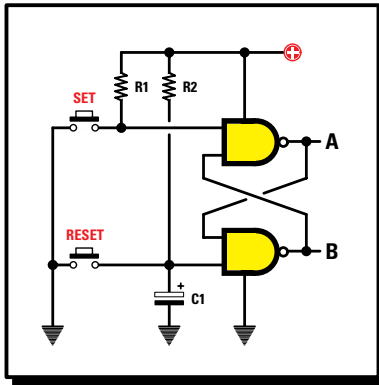
frazione pollice	mm
1/16	1,59
1/8	3,18
3/16	4,70
1/4	6,35
5/16	7,94
3/8	9,53
7/16	11,11
1/2	12,70
9/16	14,29
5/8	15,88
11/16	17,46
3/4	19,05
13/16	20,64
7/8	22,23
15/16	23,81

TABELLA N.2

pollici inch = (in)	mm
1	25,4
2	50,8
3	76,2
4	101,6
5	127,0
6	152,4
7	177,8
8	203,2
9	228,6
10	254,0
11	279,4
12	304,8
13	330,2
14	355,6
15	381,0

TABELLA N.3

piedi foot = (ft)	cm
0,5	15,24
1	30,48
2	60,96
3	91,44
4	121,92
5	152,40
6	182,88
7	213,36
8	243,84
9	274,32
10	304,80
11	335,28
12	365,76
13	396,24
14	426,72

Avanti

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Quando apparvero i primi **integrati digitali**, la maggior parte di coloro che si dilettavano in elettronica conoscevano molto superficialmente il loro funzionamento, ma oggi non esiste nessuno studente di elettronica che non sappia cos'è una porta **Nand** o **Nor** oppure **Inverter**.

Poichè spesso vengono pubblicati schemi in strane configurazioni che utilizzano queste **porte digitali**, oggi vi spieghiamo la differenza che esiste tra un **flip-flop** tipo **S-R** e un **flip-flop** tipo **D**.

Il flip-flop tipo **Set-Reset**, che si realizza con una **coppia** di **Nand** oppure di **Nor**, serve per commutare le due uscite da **livello logico 1** a **livello logico 0** o viceversa, quindi si impiega normalmente in tutti i circuiti digitali come semplice **deviatore elettronico**.

Il flip-flop tipo **D**, completamente diverso dal flip-flop **Set-Reset**, viene normalmente utilizzato per **dividere x2** una **frequenza**, oppure un **tempo**.

Collegando in serie **2** flip-flop tipo **D** si ottiene un divisore **2x2 = 4**, collegandone in serie **3** si ottiene un divisore **2x2x2** = **8**, collegandone in serie **4** si ottiene un divisore **2x2x2x2 = 16** e collegandone in serie **5** si ottiene un divisore **2x2x2x2x2 = 32**, quindi per ogni flip-flop aggiunto si ottiene sempre un fattore di divisione **doppio** rispetto al precedente.

SAPETE come funziona un CIRCUITO FLIP-FLOP?

In molte apparecchiature elettroniche vengono utilizzati dei circuiti chiamati **flip-flop** e poichè pensiamo che non tutti li conoscano, in questa **Lezione** spieghiamo cosa sono, come funzionano e anche in quali applicazioni vengono utilizzati.

Prima di proseguire, consigliamo di rileggere la **Lezione N.16** nella quale abbiamo parlato dei segnali **digitali**, segnali che vengono definiti con due soli livelli:

- **livello logico 1**
- **livello logico 0**

Si dice che un segnale è a **livello logico 1** quando il suo valore di **tensione positiva** risulta identico a quello che alimenta l'integrato.

Si dice che un segnale è a **livello logico 0** quando il suo valore di **tensione** è di **0 volt**.

Per comprendere meglio il significato del **livello logico 1** e del **livello logico 0** provate ad immaginare che il terminale d'uscita dell'integrato sia collegato **internamente** ad un ipotetico **deviatore**, che si commuta sulla tensione **positiva** di alimentazione oppure verso **massa** (vedi figg.530-531).

Se l'integrato è un **TTL** che va sempre alimentato

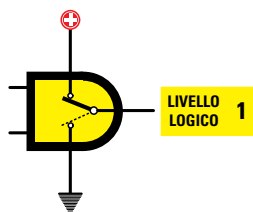



Fig.530 Quando un terminale è a Livello Logico 1 può essere considerato internamente collegato alla tensione Positiva di alimentazione.

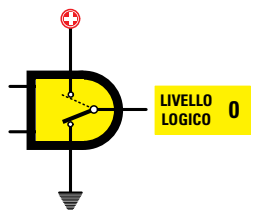



Fig.531 Quando un terminale è a Livello Logico 0 può essere considerato internamente collegato a Massa.

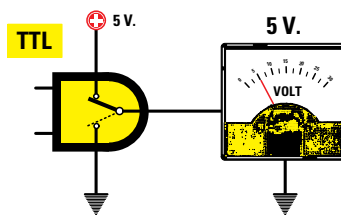



Fig.532 Se si utilizzano degli integrati TTL, che vanno sempre alimentati con una tensione positiva di 5 Volt, è sottinteso che il loro Livello Logico assumerà un valore pari a 5 Volt.

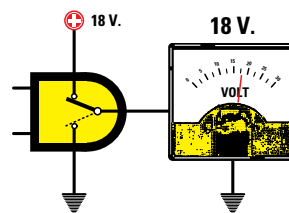
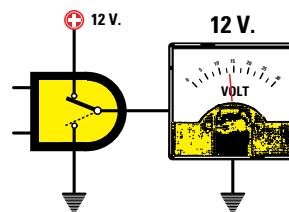
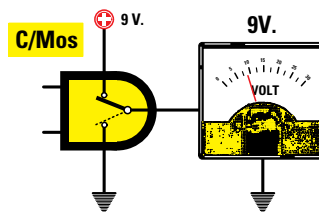
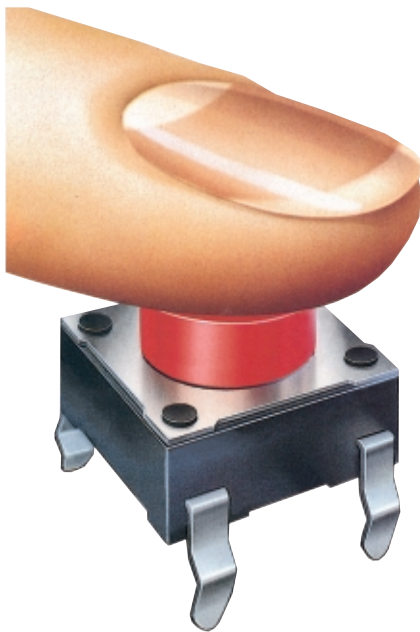



Fig.533 Se si utilizzano degli integrati C/Mos che possono essere alimentati con tensioni variabili da 5 Volt a 18 Volt, è sottinteso che i loro Livelli Logici assumeranno un valore pari alla tensione utilizzata per la loro alimentazione.

con una tensione di **5 volt**, il suo **livello logico 1** corrisponde ad una tensione **positiva** di **5 volt** (vedi fig.532).

Se l'integrato è un **C/Mos** che va sempre alimentato con una tensione che da un minimo di **5 volt** può raggiungere un valore massimo di **18 volt**, il suo **livello logico 1** corrisponde al valore della **tensione** utilizzato per la sua alimentazione.
Quindi se alimentiamo l'integrato **C/Mos** con una tensione di **9 volt**, il suo **livello logico 1** assumerà il valore di **9 volt**.
Se lo alimentiamo con una tensione di **12 volt** il suo **livello logico 1** assumerà il valore di **12 volt**, mentre se lo alimentiamo con una tensione di **18 volt** il suo **livello logico 1** assumerà il valore di **18 volt** (vedi fig.533).

Ora che abbiamo richiamato alla memoria il significato di **livello logico 1** e **livello logico 0**, possiamo passare a presentarvi i vari tipi di **flip-flop**.

FLIP-FLOP tipo SET-RESET con NAND

Per realizzare un flip-flop tipo **set-reset** utilizzando delle porte **Nand**, è necessario collegarne due come visibile in fig.535.

Poichè gli ingressi **Set** e **Reset** di un flip-flop con porte **Nand** nella condizione di riposo vanno forzati a **livello logico 1**, è necessario collegarli alla tensione **positiva** di alimentazione tramite le due resistenze siglate **R1-R2**.

Come noterete, tra l'ingresso **Reset** e la **massa** di

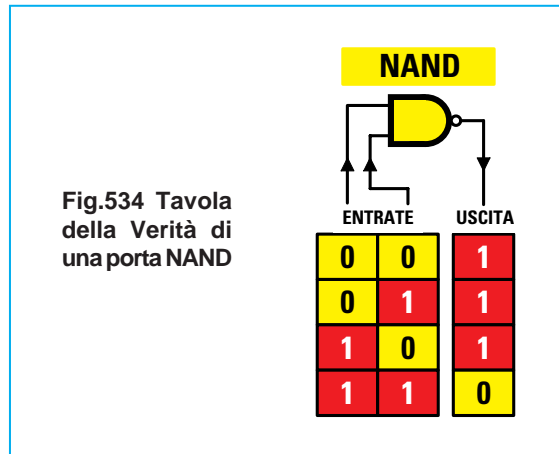



Fig.534 Tavola della Verità di una porta NAND

ENTRATE		USCITA
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

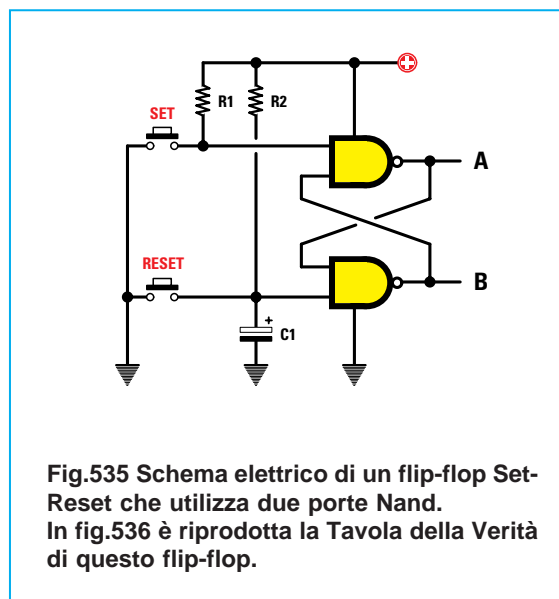



Fig.535 Schema elettrico di un flip-flop Set-Reset che utilizza due porte Nand.
In fig.536 è riprodotta la Tavola della Verità di questo flip-flop.

questo flip-flop è collegato un condensatore elettrolitico di pochi **microfarad** (vedi **C1**), che "obbliga" questo ingresso a rimanere per una frazione di secondo a **livello logico 0** la prima volta che al flip-flop viene applicata la sua tensione di alimentazione.

A condensatore elettrolitico **scarico**, sull'ingresso **Set** è presente un **livello logico 1** e sull'ingresso **Reset** un **livello logico 0**: di conseguenza, sulle uscite **A-B** del flip-flop troviamo questi livelli logici:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	0	0	1

A condensatore elettrolitico **carico**, anche il piedino **Reset** si porta a **livello logico 1**, ma i livelli logici sulle due uscite **A-B** non cambiano:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	1	0	1

Per commutare le due uscite **A-B** è necessario premere il pulsante **Set** in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 0** e infatti:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	1	0

Ottenuta questa condizione anche se premeremo nuovamente il pulsante **Set**, le due uscite **non** cambieranno di stato.
Per cambiarle è necessario premere il pulsante **Reset** in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 0**:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	0	0	1

Ottenuta questa condizione, anche premendo nuovamente il pulsante **Reset**, le due uscite **non** cambieranno di stato.
Per farlo, è necessario premere il pulsante **Set**.

Nella **Tabella N.30** riportiamo tutte le sequenze di un flip-flop che utilizza due **porte Nand**:

TABELLA N.30
Tavola della verità di un flip-flop con 2 Nand

ingresso Set	ingresso Reset	uscita A	uscita B
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0

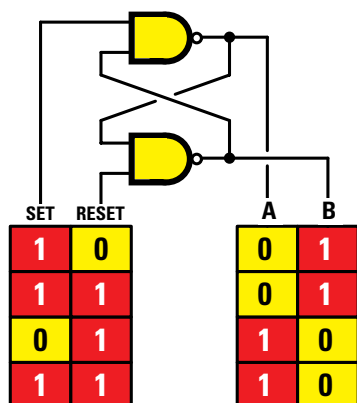



Fig.536 In questa Tavola della Verità si possono vedere i Livelli Logici presenti sulle uscite A-B di un flip-flop che utilizza due porte Nand.

IMPORTANTE

Se realizzate un flip-flop **set-reset** utilizzando delle porte **TTL**, il valore delle resistenze **R1-R2** deve risultare compreso tra **220 ohm** e **330 ohm**.

Se realizzate un flip-flop utilizzando delle porte **C/Mos**, il valore delle resistenze **R1-R2** può raggiungere anche un valore di alcuni **kiloohm**.

FLIP-FLOP tipo SET-RESET con NOR

Per realizzare un flip-flop tipo **set-reset** utilizzando delle porte **Nor** è necessario collegarne due come visibile in fig.538.
Poichè gli ingressi **Set** e **Reset** di un flip-flop con porte **Nor** nella condizione di riposo devono essere forzati a **livello logico 0**, è necessario collegarli a **massa** tramite le due resistenze **R1-R2**.

Come noterete, tra il **positivo** di alimentazione e l'ingresso **Reset** di questo flip-flop è collegato un condensatore elettrolitico del valore di pochi **microfarad**, che "obbliga" questo ingresso a rimanere per una frazione di secondo a **livello logico 1** la prima volta che al flip-flop viene applicata la sua tensione di alimentazione.

A condensatore elettrolitico **scarico**, sull'ingresso **Set** è presente un **livello logico 0** e sull'ingresso **Reset** un **livello logico 1**: di conseguenza sulle uscite **A-B** del flip-flop troviamo questi livelli logici:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	0	1

Zoom

Fig.537 Tavola della Verità di una porta NOR

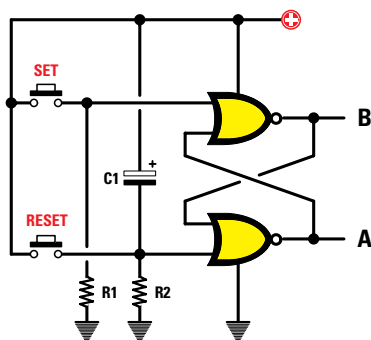



Fig.538 Schema elettrico di un flip-flop Set-Reset che utilizza due porte Nor.
In fig.539 è riprodotta la Tavola della Verità di questo flip-flop.

A condensatore elettrolitico **carico**, anche il piedino **Reset** si porterà a **livello logico 0**, ma i livelli logici sulle due uscite **A-B** non cambiano:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	0	0	1

Per commutare le due uscite **A-B** è necessario premere il pulsante **Set** in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 1** e infatti:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	0	1	0

Ottenuta questa condizione, anche premendo nuovamente il pulsante **Set** le due uscite **non** cambieranno di stato.
Per cambiarle è necessario premere il pulsante **Reset**, in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 1**:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	0	1

Premendo nuovamente più volte il pulsante **Reset**, le due uscite **non** cambieranno.
Per cambiarle, è necessario premere il pulsante **Set**.

Nella **Tabella N.31** riportiamo tutte le sequenze di un flip-flop che utilizza due **porte Nor**:

TABELLA N.31
Tavola della verità di un flip-flop con 2 Nor

ingresso Set	ingresso Reset	uscita A	uscita B
0	1	0	1
0	0	0	1
1	0	1	0
0	0	1	0

Fig.539 In questa Tavola della Verità si possono vedere i Livelli Logici presenti sulle uscite A-B di un flip-flop che utilizza due porte Nor.

IMPORTANTE

Se realizzate un flip-flop **set-reset** utilizzando delle porte **TTL**, il valore delle resistenze **R1-R2** deve risultare compreso tra **220 ohm** e **330 ohm**.

Se realizzate un flip-flop utilizzando delle porte **C/Mos**, il valore delle resistenze **R1-R2** può raggiungere anche un valore di alcuni **kiloohm**.

UN IMPULSO per sostituire il PULSANTE

Negli schemi riportati nelle figg.535-538 per cambiare i livelli logici sugli ingressi **Set** e **Reset** abbiamo utilizzato dei **pulsanti**, che possono però essere sostituiti con degli **impulsi positivi** o **negati-**

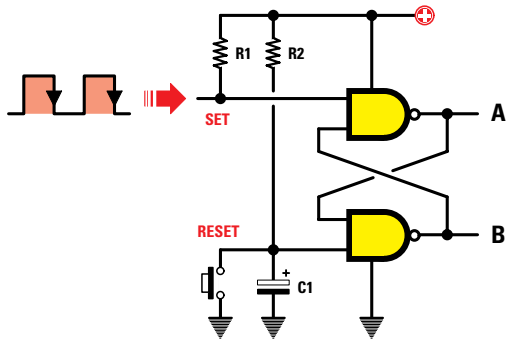
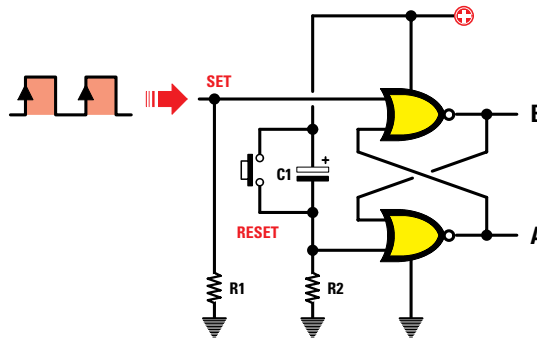



Fig.540 Per cambiare i Livelli Logici sul terminale d'ingresso Set di un flip-flop che utilizza due porte Nand, è possibile sostituire il pulsante Set con degli impulsi prelevati dall'uscita di un qualsiasi integrato digitale.
NOTA: Le uscite A-B si commuteranno solo quando il segnale sull'ingresso Set passerà da Livello Logico 1 a 0.

Fig.541 Anche per cambiare i Livelli Logici sul terminale d'ingresso Set di un flip-flop che utilizza due porte Nor, è possibile sostituire il pulsante Set con degli impulsi prelevati dall'uscita di un qualsiasi integrato digitale.
NOTA: Le uscite A-B si commuteranno solo quando il segnale sull'ingresso Set passerà da Livello Logico 0 a 1.

vi prelevati direttamente dall'uscita di un qualsiasi integrato digitale.

Se un integrato commuta la sua uscita da **livello logico 1** a **livello 0**, è necessario applicare questo impulso sul piedino **Set** di un flip-flop che utilizza dei **Nand** (vedi fig.540).
Per ottenere la funzione **Reset** è indispensabile applicare un pulsante su questo ingresso.

Se un integrato commuta la sua uscita da **livello logico 0** a **livello 1**, è necessario applicare questo impulso sul piedino **Set** di un flip-flop che utilizza dei **Nor** (vedi fig.541).
Per ottenere la funzione **Reset** è indispensabile applicare un pulsante su questo ingresso.

UN RELÈ tipo ON-OFF

Realizzando il circuito riportato in fig.542 è possibile eccitare e diseccitare un **relè** premendo i due pulsanti **Set** e **Reset**.

Quando su entrambi gli ingressi **Set** e **Reset** è presente un **livello logico 1**, il piedino d'uscita **A** si trova a **livello logico 0**.
Di conseguenza, non giungendo sulla **B**ase del transistor **TR1** la necessaria tensione **positiva** per mandarlo in conduzione, il **relè** non può eccitarsi:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	1	0	1

Premendo il pulsante **Set**, l'uscita **A** si commuta sul **livello logico 1**:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	1	0

quindi su questa uscita è presente una tensione **positiva** che, giungendo sulla **B**ase del transistor **TR1**, lo porta in **conduzione** facendo **eccitare** il relè collegato sul suo **C**ollettore. Per **diseccitarlo** è necessario premere il pulsante **Reset**.

Scollegando dall'uscita **A** la resistenza **R3** che polarizza la **B**ase del transistor **TR1** e collegandola all'uscita **B**, si ottiene una funzione **inversa**, cioè il relè si **eccita** non appena viene fornita la tensione di alimentazione.
Per **diseccitarlo** è necessario premere il pulsante **Set** e per eccitarlo il pulsante **Reset**.

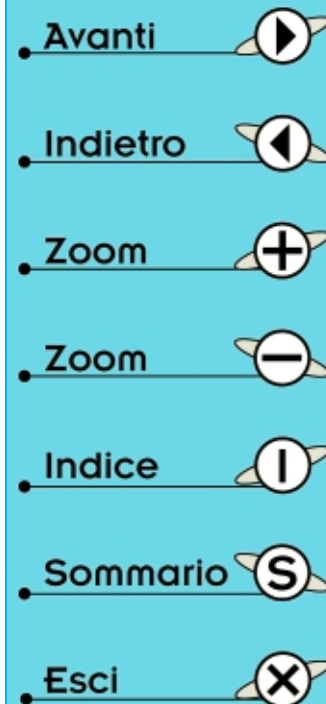
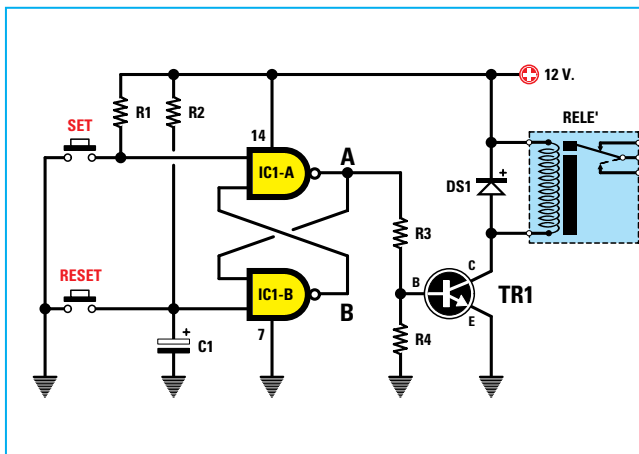



Fig.542 Con questo circuito, premendo il pulsante Set il relè si eccitèrà e premendo il pulsante Reset si diseccitèrà.

ELENCO COMPONENTI

R1-R2 = 10 kiloohm
R3 = 4.700 ohm
R4 = 47 kiloohm
C1 = 1 microF. elettrolitico
DS1 = diodo 1N.4007
TR1 = BC.547
IC1 = integrato 4011
Relè = 12 volt

COMMUTATORE ELETTRONICO

Nella **Lezione N.16** abbiamo spiegato che, applicando su uno dei due ingressi di un **Nand** un segnale ad onda quadra di qualsiasi **frequenza**, questa la ritroveremo sul suo piedino d'**uscita** solo se sul suo ingresso opposto è presente un **livello logico 1** (vedi fig.543).

Se, invece, sul suo ingresso opposto è presente un **livello logico 0**, sul suo piedino d'uscita non sarà presente nessun segnale (vedi fig.544).

Nel circuito riprodotto in fig.545 quando viene alimentato questo flip-flop, sull'uscita di **IC1-C** non sarà presente alcuna **frequenza** perchè l'uscita **A** del flip-flop si trova a livello logico **0**.

Solo quando viene premuto il pulsante **Set** l'uscita **A** si porta a livello logico **1** e in questa condizione sull'uscita di **IC1-C** sarà presente la **frequenza** applicata sul piedino d'ingresso.

Questo **commutatore elettronico** viene molto utilizzato nei **cronometri digitali** per far giungere sui loro ingressi la **frequenza** di conteggio.

In questo caso il pulsante **Set** esplica la funzione di **Start** e il pulsante **Reset** la funzione di **Stop**.

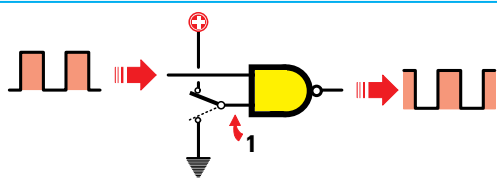



Fig.543 Per ottenere la frequenza applicata su uno dei due ingressi sul piedino d'uscita di un Nand, l'opposto ingresso va commutato sul Livello Logico 1.

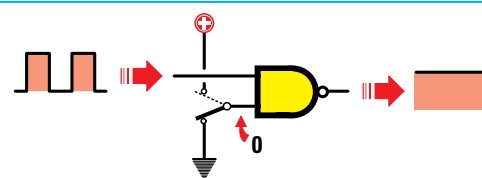



Fig.544 Per evitare che la frequenza applicata su uno dei due ingressi possa passare sul piedino d'uscita, basta commutare l'opposto ingresso sul Livello Logico 0.

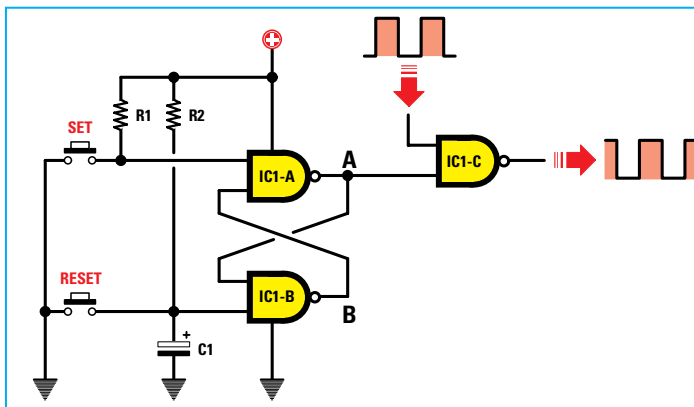



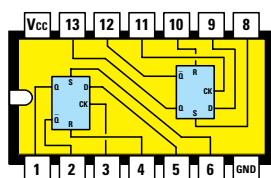
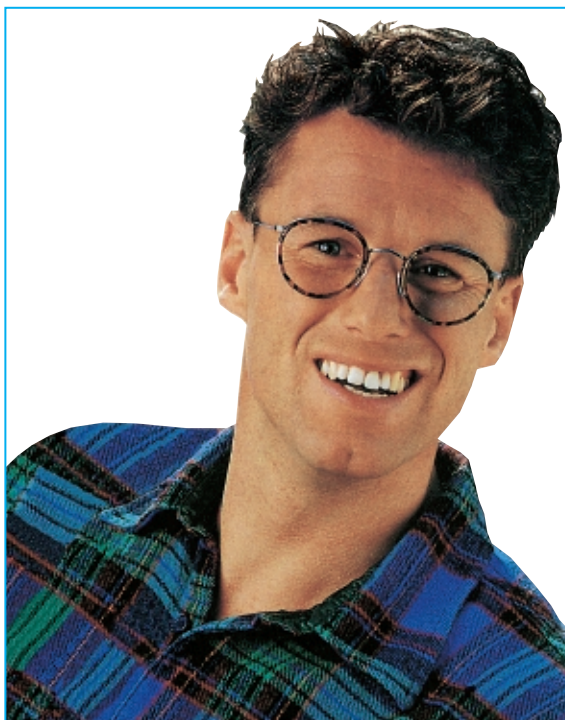
Fig.545 Schema elettrico di un commutatore digitale che utilizza 3 porte Nand. Premendo il pulsante Set, la frequenza applicata sull'ingresso del Nand siglato IC1/C passerà direttamente sul piedino d'uscita, mentre premendo il pulsante Reset questa frequenza non raggiungerà l'uscita.

4013

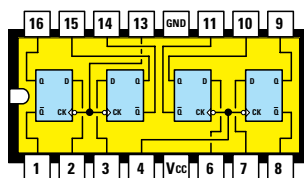
Fig.546 Connessioni viste da sopra di un integrato C/Mos 4013 contenente 2 flip-flop tipo D. In questi flip-flop oltre ai piedini D-CK-QA-QB sono presenti anche i piedini Set e Reset (vedi fig.549).

7475

Fig.547 Connessioni viste da sopra di un integrato TTL 7475 contenente 4 flip-flop tipo D. Questi flip-flop vengono normalmente utilizzati per dividere una frequenza per 2-4-8-16 volte.

FLIP-FLOP tipo D

Vi sono dei flip-flop, raffigurati negli schemi elettrici con il simbolo grafico di un **rettangolo** (vedi fig.548), provvisti di due terminali d'ingresso indicati:

D = **Data**
CK = **Clock**

e di due terminali d'uscita indicati:

Q = **A**
$\overline{Q}$ = **B**

Questo flip-flop, chiamato di tipo **D**, provvede a modificare il **livello logico** sulle due uscite **A-B** ogni volta che sul **Clock** giunge il fronte di **salita** di una qualsiasi onda quadra, vale a dire quando il segnale da **livello logico 0** passa a **livello logico 1**.

Quando sul **Clock** giunge un fronte di **salita**, lo stesso livello logico presente sul piedino d'ingresso **Data** si presenta istantaneamente sul piedino d'uscita **A** e ovviamente sull'uscita **B** si presenta un livello logico **opposto**.

Quando sul **Clock** giunge un fronte di **discesa**, vale a dire il segnale da **livello logico 1** passa a **livello logico 0**, i livelli logici presenti sulle due uscite **A-B** non cambiano.

Guardando la fig.548 si nota che nella **fase 1**, quando l'onda quadra di **Clock** passa sul **livello logico 1**, poichè sull'ingresso **Data** è presente un **livello logico 1**, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

Nella **fase 2**, quando nuovamente l'onda quadra di **Clock** passa dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sull'ingresso **Data** è presente un **livello logico 0**, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

Nella **fase 3,** quando l'onda quadra di **Clock** passa nuovamente dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sul piedino **Data** è presente un **livello logico 1**, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

Nella **fase 4** quando l'onda quadra di **Clock** passa dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sul piedino **Data** è ancora presente un **livello logico 1**, questo non andrà a modificare il livello logico sul piedino d'uscita **A**.

Solo nella **fase 5**, quando l'onda quadra di **Clock** passa dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sul piedino **Data** è presente un **livello**

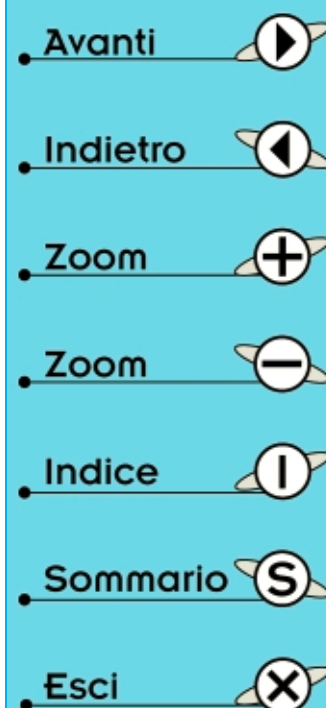
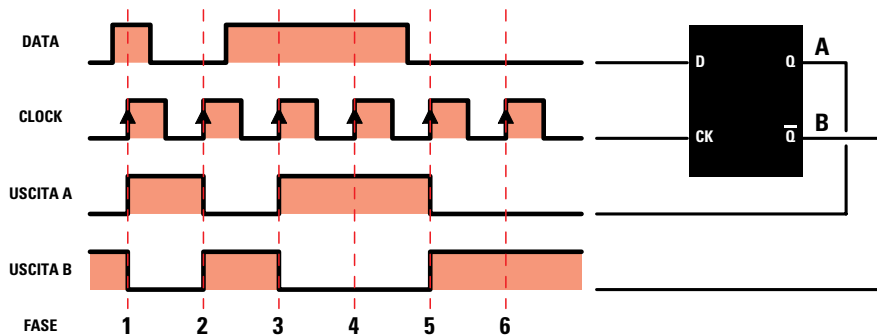



Fig.548 Come potete vedere in questo grafico, l'uscita QA di un flip-flop tipo D si porta sullo stesso livello logico presente sull'ingresso Data, solo quando sul piedino Clock giunge un fronte di SALITA di un'onda quadra. Nella fase 1 l'uscita QA si porta a Livello Logico 1, nella fase 2 si porta a Livello Logico 0, nella fase 3 si porta nuovamente a Livello Logico 1 e così rimane anche nella fase 4, mentre nella fase 5 si riporta a Livello Logico 0. Sull'uscita QB è presente un Livello Logico opposto a QA.

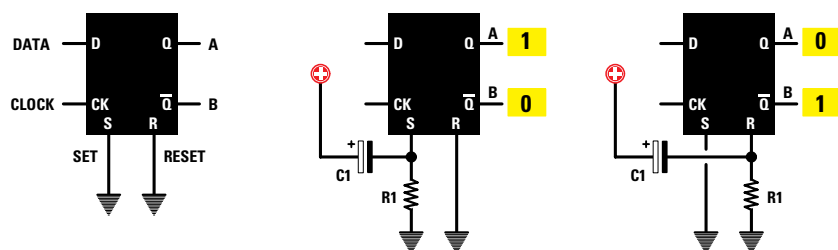



Fig.549 Quando in un flip-flop tipo D sono presenti, oltre ai terminali D-CK-QA-QB, anche quelli di Set e Reset (vedi fig.546), questi ultimi vanno quasi sempre collegati a massa. Se il piedino Set o Reset risulta collegato a massa tramite una resistenza e a questo piedino colleghiamo un condensatore da 1 microfarad (vedi esempio del flip-flop con Nor di fig.538), l'uscita QA o QB verrà forzata sul Livello Logico 1 ogni volta che applicheremo a questo flip-flop la sua tensione di alimentazione.

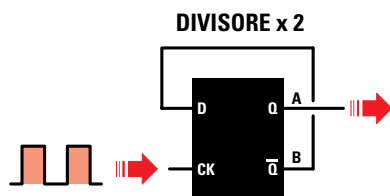



Fig.550 Collegando l'ingresso D di questo flip-flop all'uscita QB, dal piedino d'uscita QA viene prelevata la frequenza applicata sul piedino CK divisa x2. Quindi, applicando una frequenza di 100 KHz sull'ingresso CK dall'uscita QA si preleveranno 50 KHz.

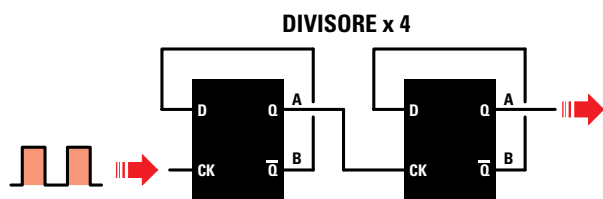



Fig.551 Collegando in serie due flip-flop tipo D si ottiene un divisore x4. Quindi applicando sull'ingresso CK una frequenza di 100 KHz, dall'uscita QA del secondo divisore si preleveranno 25 KHz.

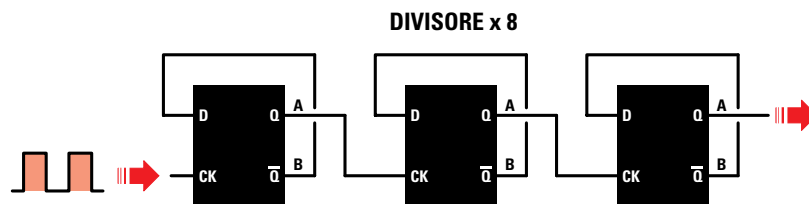



Fig.552 Collegando in serie 3 flip-flop tipo D si ottiene un divisore x8. Quindi se sull'ingresso CK del primo divisore di sinistra viene applicata una frequenza di 100 KHz, dall'uscita QA del terzo divisore si preleveranno 12,5 KHz.

logico 0, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

In qualche flip-flop tipo **D**, oltre ai quattro terminali indicati **D-CK** e **A-B**, ce ne possono essere altri due indicati **S-R** (vedi fig.549) che corrispondono a **Set** e **Reset** e che si possono utilizzare per forzare l'uscita **A** sul **livello logico 1** oppure sul **livello logico 0** nel preciso istante in cui al flip-flop viene fornita la tensione di alimentazione.

Collegando all'ingresso **Set** la resistenza **R1** e il condensatore **C1** come visibile in fig.549, l'**uscita A** si porta a **livello logico 1** e l'uscita **B** a **livello logico 0**.

Collegando all'ingresso **Reset** la resistenza **R1** e il condensatore **C1** come visibile in fig.549, l'**uscita A** si porta a **livello logico 0** e l'uscita **B** a **livello logico 1**.

Se questi due terminali siglati **S-R non** vengono utilizzati, li dovete collegare a **massa** (vedi sinistra di fig.549), diversamente il flip-flop **non** funzionerà.

il FLIP-FLOP D come DIVISORE di frequenza

Collegando l'uscita **B** di questo flip-flop all'ingresso **Data** (vedi fig.550) e applicando sull'ingresso **Clock** un segnale ad onda quadra di qualsiasi **frequenza**, questa fuoriesce dal piedino **A** divisa **x2**.

Osservando il grafico di fig.548 è possibile capire come la **frequenza** di **Clock** venga divisa **x2**.

Se all'accensione del flip-flop l'uscita **B** si trova a **livello logico 1**, automaticamente l'opposto piedino d'uscita **A** si trova a **livello logico 0**.

Se sull'ingresso **Clock** applichiamo un'onda quadra, al suo **primo** fronte di **salita** l'uscita **A** assume lo stato logico presente sul **Data** e, conseguentemente, l'uscita **B** si porta in **condizione logica 0** e con questa anche il piedino **Data**.

Quando sull'ingresso **Clock** giunge il **secondo** fronte di **salita**, l'uscita **A** assume lo stato logico presente sul **Data** e, conseguentemente, l'uscita **B** si porta in **condizione logica 1** e con questa anche il piedino **Data**.

Quando sull'ingresso **Clock** giunge il **terzo** fronte di **salita**, l'uscita **A** assume lo stato logico presente sul **Data** e, conseguentemente, l'uscita **B** si porta **in condizione logica 0** e con questa anche il piedino **Data** e così via all'infinito.

Ora basta **contare** quante **onde quadre** giungono sul piedino d'ingresso **Clock** e quante ve ne sono in uscita dal piedino **A**, per scoprire che queste sono esattamente la **metà**.

Collegando in **serie** due flip-flop **D** come visibile in fig.551, si ottiene un divisore **x4**, (**2x2 = 4**), collegandone **3** in **serie** (vedi fig.552), si ottiene un divisore **x8** (**2x2x2 = 8**), mentre collegandone **4** in **serie** si ottiene un divisore **x16** (**2x2x2x2 = 16**).

Come evidenziato in fig.546, all'interno dell'integrato **C/Mos** tipo **4013** (vedi fig.547) sono presenti due flip-flop **D**, mentre nell'integrato **TTL** tipo **SN.7475** ben quattro flip-flop tipo **D**.

DIMOSTRATIVO per FLIP-FLOP Set-Reset

Per completare questo articolo vi proponiamo un semplice kit a dimostrazione di come funziona in pratica un flip-flop **Set-Reset**, realizzato con le due porte **Nand** contenute nell'integrato C/Mos **4011**.

Non appena viene fornita tensione al circuito, si accendono i diodi led **DL1-DL2** collegati ai due ingressi del flip-flop, perchè entrambi si trovano a **livello logico 1** e anche il diodo led **DL4** collegato all'uscita del Nand **IC1/B**, perchè al suo terminale di **Reset** (vedi fig.553) è collegato il condensatore

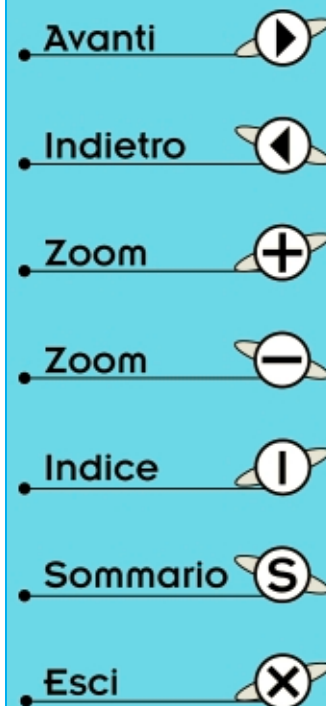
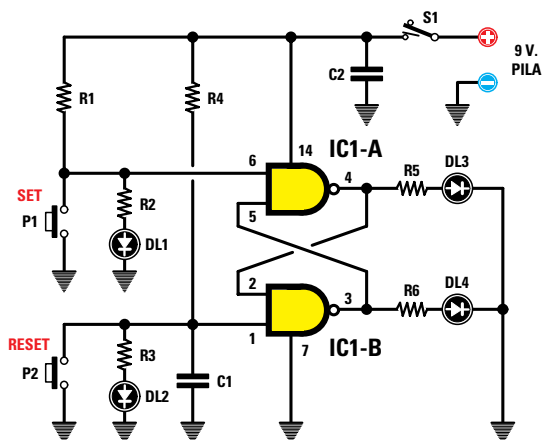



Fig.553 Schema elettrico del flip-flop utilizzato come dimostrativo. I diodi led collegati sugli ingressi o sulle uscite di questi Nand si accendono quando su questi terminali è presente un Livello Logico 1.

Fig.554 Il circuito di fig.553 viene racchiuso entro un piccolo mobiletto plastico sul quale andrà applicata l'etichetta autoadesiva prestampata e forata.

ELENCO COMPONENTI LX.5046

R1 = 220 ohm	C1 = 1 microF. poliestere
R2 = 470 ohm	C2 = 100.000 pF poliestere
R3 = 470 ohm	DL1-DL4 = diodi led
R4 = 220 ohm	IC1 = C/Mos tipo 4011
R5 = 560 ohm	P1-P2 = pulsante
R6 = 560 ohm	S1 = interruttore

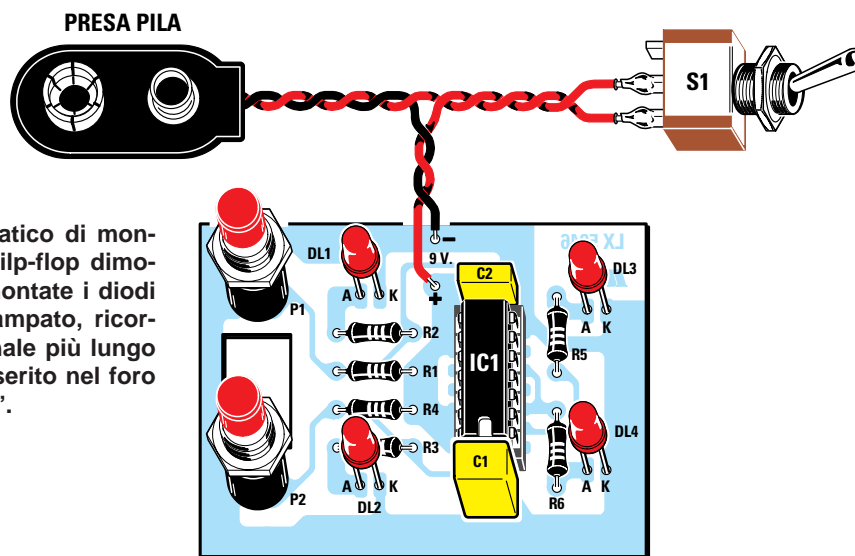



Fig.555 Schema pratico di montaggio del nostro filp-flop dimostrativo. Quando montate i diodi led sul circuito stampato, ricordatevi che il terminale più lungo (vedi fig.559) va inserito nel foro contrassegnato "A".

Fig.556 Ecco come si presenta a montaggio ultimato il circuito del flip-flop riportato in fig.553. Prima di saldare sul circuito stampato i terminali dei diodi led, controllate che la loro testa fuoriesca leggermente dai quattro fori presenti sul coperchio del mobile plastico, poi quando inserite nel suo zoccolo l'integrato 4011, verificate che la sua tacca di riferimento a U risulti rivolta verso il condensatore C1 (vedi fig.555).

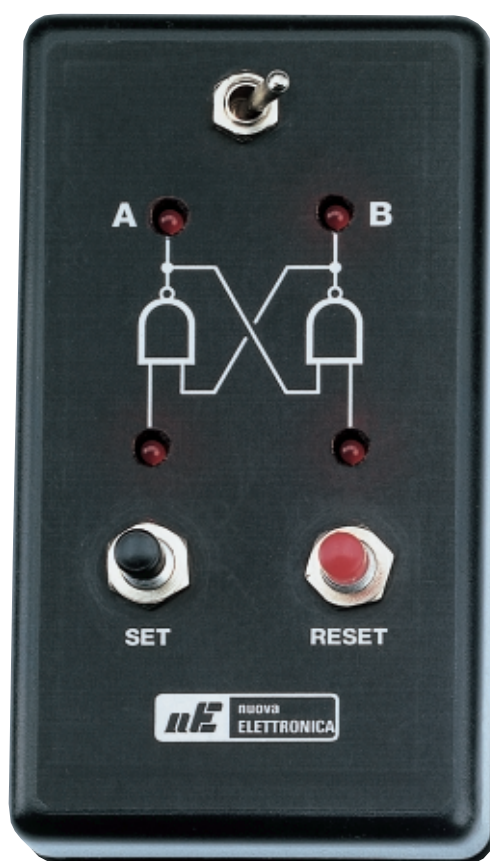
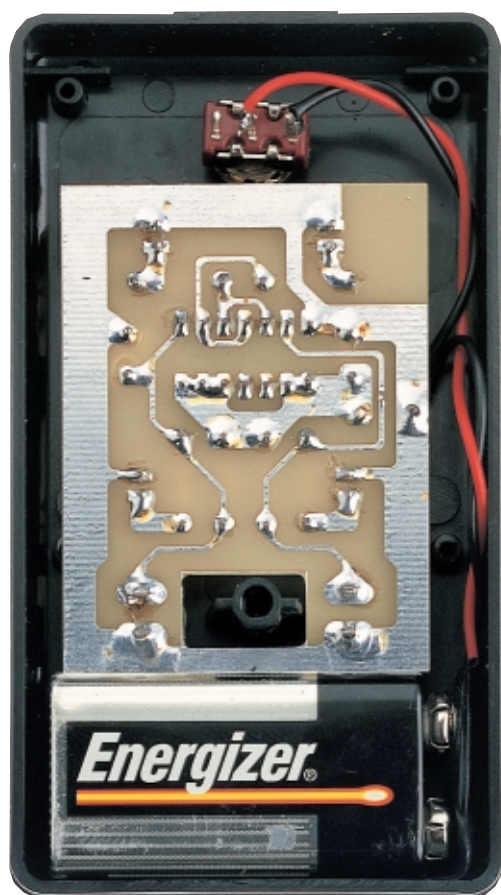
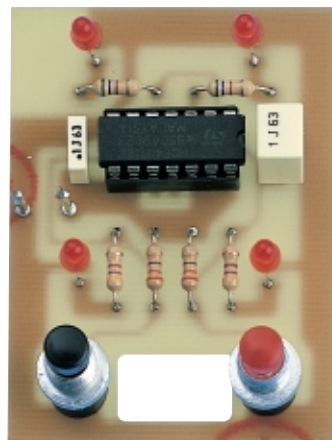



Fig.557 Foto del circuito stampato già fissato all'interno del mobile. Nello spazio disponibile nella parte inferiore del mobile troverà posto la pila da 9 volt che vi servirà per alimentare il circuito. Il circuito stampato viene tenuto bloccato nel mobile tramite i dadi dei pulsanti P1-P2.

Fig.558 Sul mobile plastico andrà applicata l'etichetta autoadesiva con sopra stampato il simbolo grafico del flip-flop.
Dopo aver fissato l'etichetta, dovete forare il mobile per far fuoriuscire le teste dei diodi led e il corpo dell'interruttore S1 e dei pulsanti di Set e Reset.

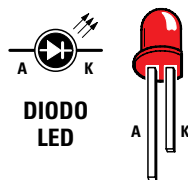
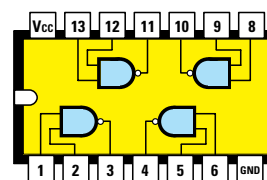



Fig.559 Nei diodi led, il terminale più lungo è l'Anodo e il più corto è il Catodo. Sulla destra abbiamo riportato le connessioni dell'integrato C/Mos 4011 viste da sopra e con la tacca di riferimento a U rivolta verso sinistra.

4011

C1 da **1 microfarad** che, all'accensione del circuito, forza l'uscita di **IC1/B** a **livello logico 1**.

Per accendere il diodo led **DL3**, collegato all'uscita del Nand **IC1/A**, è necessario premere il pulsante **Set** in modo da portare a **livello logico 0** il suo piedino d'ingresso; infatti, non appena premiamo il pulsante **Set** si spegne il diodo led **DL1**.

Per riaccendere il diodo led **DL4**, collegato all'uscita del Nand **IC1/B**, è necessario premere il pulsante **Reset** in modo da portare a **livello logico 0** il suo piedino d'ingresso; infatti, non appena premiamo il pulsante **Reset** si spegne il diodo led **DL2**.

SCHEMA ELETTRICO e PRATICO

Poichè nell'integrato C/Mos **4011** sono presenti **4 Nand** (vedi fig.559) e per questo flip-flop ne occorrono soltanto **2** ovviamente si userà soltanto metà integrato.

Come potete vedere in fig.553, in ogni ingresso è stato inserito un diodo led per indicare visivamente, tramite la sua accensione, il **livello logico 1**.
Solo premendo uno dei due tasti **Set** e **Reset** il diodo led ad essi collegato si spegne, per indicare la **condizione logica 0** degli ingressi.

Per montare questo circuito dovete procurarvi il kit **LX.5046**, nel cui blister sono contenuti il circuito stampato, già inciso e forato, e tutti i componenti richiesti **esclusa** la pila da **9 volt**.

Vi consigliamo di iniziare il montaggio inserendo nel circuito stampato lo **zoccolo** per l'integrato **IC1** e saldandone i piedini sulle sottostanti piste in rame.

Completata questa operazione, potete montare tutte le **resistenze** e i due **condensatori** poliestere siglati **C1** e **C2**.

Sarà quindi la volta dei due pulsanti **P1-P2** che vanno pressati a fondo nello stampato.
Di seguito montate i quattro **diodi led** inserendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** e il terminale **più corto** nel foro contrassegnato dalla lettera **K**.

Prima di saldare sul circuito stampato questi diodi led, verificate che le loro teste fuoriescano leggermente dal frontale del contenitore.

Per completare il montaggio inserite la **presa pila** e l'interruttore **S1** e poi l'integrato **4011** nel relativo zoccolo, rivolgendo verso il condensatore **C1** la tacca di riferimento a **U** presente sul suo corpo.

Se ora innestate una pila da **9 volt** nella sua presa, poi premete il tasto **Set** e poi il **Reset**, vedrete accendersi i due diodi led posti sugli ingressi e il solo diodo led posto sull'uscita di **IC1/B**.

Per rendere questo circuito esteticamente apprezzabile, abbiamo ricercato un piccolo contenitore plastico nel quale inserirlo e abbiamo fatto stampare un'etichetta **autoadesiva** con il simbolo grafico del flip-flop (vedi fig.558).

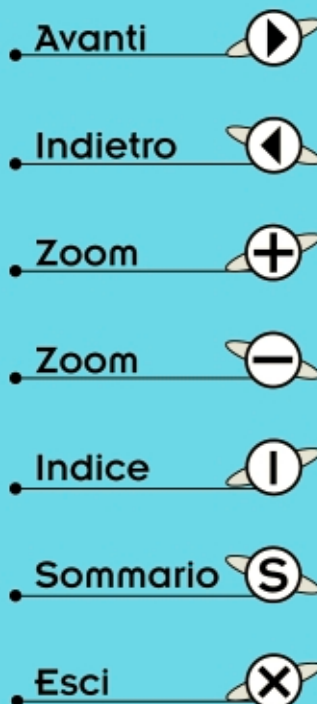
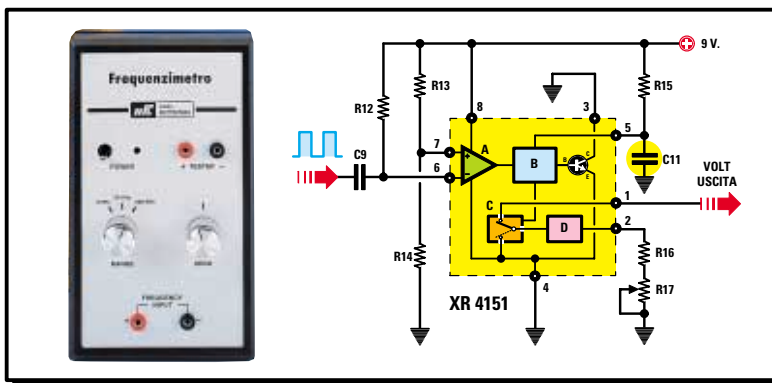
Questa etichetta va applicata sul contenitore, rivolgendo il logo **NE Nuova Elettronica** verso il basso dove è presente il vano per la **pila** (vedi fig.557).

Per far fuoriuscire i due pulsanti e il deviatore **S1** dovete praticare sulla superficie di questo mobile tre fori da **7 mm**, mentre per i diodi led quattro fori da **3,5 mm**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il flip-flop **LX.5046** visibile nelle figg.555-556, compresi un mobile plastico e un'etichetta autoadesiva da applicare sul coperchio (vedi fig.558)
Lire 18.000 **Euro 9,30**

Su richiesta possiamo fornirvi anche il solo circuito stampato **CS LX.5046** a **Lire 2.500**, **Euro 1,30** ma non dimenticatevi che le **Poste italiane** per consegnarvi questo pacco vi chiederanno in più **7.000 Lire** pari a **Euro 3,62** quindi risulta sempre più vantaggioso acquistare il kit completo.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Bisogna ammettere che l'elettronica emana un certo fascino tanto da riuscire ad ammaliare chiunque le si avvicini. Grazie alle lezioni del corso "**Imparare l'elettronica partendo da zero**" da noi pubblicate, siamo riusciti a contagiare con questo "virus" dell'elettronica tantissimi giovani che ormai non riescono più a guarire.

Anche se ci sentiamo responsabili di questa infezione collettiva, dobbiamo ammettere che tutti coloro che abbiamo contagiato ci ringraziano, perchè leggendo le nostre lezioni ora riescono finalmente a distinguere senza esitazioni un transistor **PNP** da un **NPN**, un diodo **raddrizzatore** da un diodo **Triac**, una porta digitale **Nand** da una porta **Nor**, ecc.

Per passare dalla **teoria** alla **pratica**, cioè per iniziare ad eseguire dei montaggi, è indispensabile possedere diversi **strumenti** di **misura**, ma spesso ci si limita ad acquistare un solo **tester** perchè con questo strumento si riescono già a misurare i **volt**, gli **amper** e gli **ohm**.

Oltre al **tester** sarebbe necessario possedere un **capacimetro** per misurare la capacità dei **condensatori**, un **oscillatore** di **BF** per generare dei segnali sinusoidali o triangolari ed infine un **frequenzimetro** per leggere con precisione il valore di una **frequenza**.

Nelle lezioni precedenti vi abbiamo insegnato a realizzare questi utili strumenti in versione **economica**, ad eccezione del **Frequenzimetro**, che vi proponiamo ora nella versione **analogica** e nella versione **digitale**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

FREQUENZIMETRO ANALOGICO da utilizzare con un TESTER

Per leggere una **frequenza** con un **tester** occorre un integrato che provveda a **convertire** gli **Hertz** e i **Kilohertz** in una **tensione continua**.

Un integrato in grado di svolgere questa funzione porta la sigla **XR.4151** e, come potete vedere in fig.560, dispone di **4+4** terminali.

La **frequenza** da convertire viene applicata, tramite il condensatore **C9**, sul suo piedino d'ingresso **6**. Facciamo presente che il segnale da applicare su questo piedino deve essere necessariamente ad **onda quadra**, quindi chi tentasse di applicare su questo ingresso dei segnali **sinusoidali** o a **dente** di **sega**, **non** otterrebbe nessuna **conversione**.

Dal piedino d'uscita **1** di questo integrato viene prelevata una **tensione continua**, proporzionale al valore della **frequenza** e al valore del condensatore **C11** applicato tra il piedino **5** e la **massa** (vedi fig.560).

La formula per calcolare il valore del condensatore **C11** in **picofarad** è la seguente:

C11 pF = 750.000 : (11 x R15 in kiloohm)

Poichè la resistenza **R15** è da **6,8 kiloohm**, per **C11** si deve usare un condensatore da:

750.000 : (11 x 6,8) = 10.026 picofarad

valore che possiamo arrotondare a **10.000 pF**.

Applicando sull'ingresso di questo **convertitore** una gamma di frequenze comprese tra **100 Hz** e **3.000 Hz**, sul tester leggeremo queste tensioni:

TABELLA N.32

frequenza in Hertz	tensione uscita
100 Hz	0,1 volt
200 Hz	0,2 volt
500 Hz	0,5 volt
1.000 Hz	1,0 volt
1.500 Hz	1,5 volt
2.000 Hz	2,0 volt
2.500 Hz	2,5 volt
3.000 Hz	3,0 volt

Dopo avervi presentato il **convertitore** di **frequenza/tensione** (vedi **IC4**), possiamo passare a descrivere lo schema elettrico completo di questo frequenzimetro riprodotto in fig.562.

Poichè quasi tutte le **frequenze** che andremo a misurare avranno una forma d'onda **sinusoidale** o **triangolare**, sapendo che l'integrato **XR.4151** accetta sull'ingresso solo segnali ad **onda quadra**, dovremo convertirle e, per farlo, utilizzeremo i due operazionali che nello schema elettrico abbiamo siglato **IC1/A** e **IC2**.

Fig.560 Per convertire una frequenza da 0 a 3.000 Hz in una tensione continua che raggiunga un valore massimo di 3 volt si utilizza l'integrato XR.4151. La frequenza da convertire viene applicata sul piedino 6, mentre dal piedino 1 viene prelevata la tensione continua da applicare al tester. In questo circuito il valore del condensatore C11 va calcolato con la formula riportata nel riquadro azzurro. Il trimmer R17 va ruotato fino a leggere sul tester una tensione di 3 volt con una frequenza di 3.000 Hz.

Fig.561 Per leggere la tensione potete utilizzare un tester analogico a lancetta oppure un tester digitale con display LCD.

Il primo operazionale **IC1/A** viene usato come stadio amplificatore e il segnale da amplificare viene applicato sul suo ingresso **non invertente** (vedi piedino **5**).

I due **diodi** al silicio **DS1-DS2** posti in opposizione di polarità tra l'ingresso e la **massa**, servono a proteggere l'integrato da eventuali **extratensioni** che potrebbero giungere sul suo ingresso.

Il segnale amplificato dall'operazionale **IC1/A** viene trasferito, tramite il condensatore **C4**, sul piedino **invertente** (vedi piedino **3**) del secondo operazionale siglato **IC2**, un **LM.311**, che provvede a trasformare in **onda quadra** qualsiasi forma d'onda giunga sul suo ingresso.

L'onda quadra che esce dal piedino **7** di **IC2** viene inviata sulla **1° posizione** del commutatore rotativo **S1** (vedi **3 KHz**) e anche sul piedino **2** di **IC3**, che è un integrato **C/Mos** tipo **4518** composto da **2 divisori x10**.

Anche se vi abbiamo già presentato questo integrato **4518** nelle **Lezioni N.17-23**, in fig.564 vi riproponiamo il suo schema a blocchi interno perchè possiate seguire più agevolmente lo schema elettrico.

La frequenza che applicheremo sul piedino **2** del **4518** uscirà dal piedino **6** divisa **x10**, rientrerà nel piedino **10** ed uscirà dal piedino **14** divisa **x100**.

Ruotando il commutatore **S1** sulla **1° posizione**, sull'ingresso del **convertitore IC4** applicheremo la

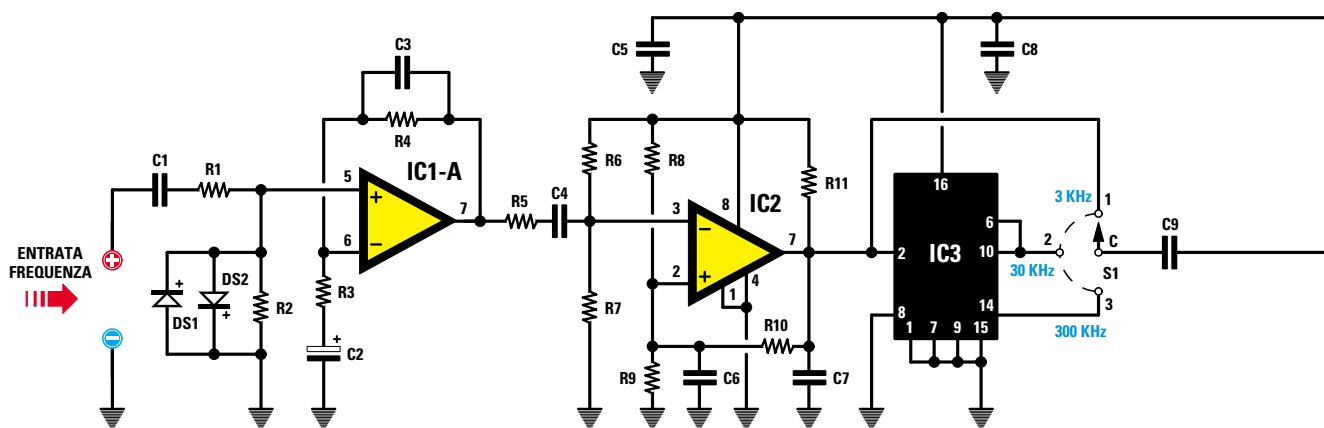
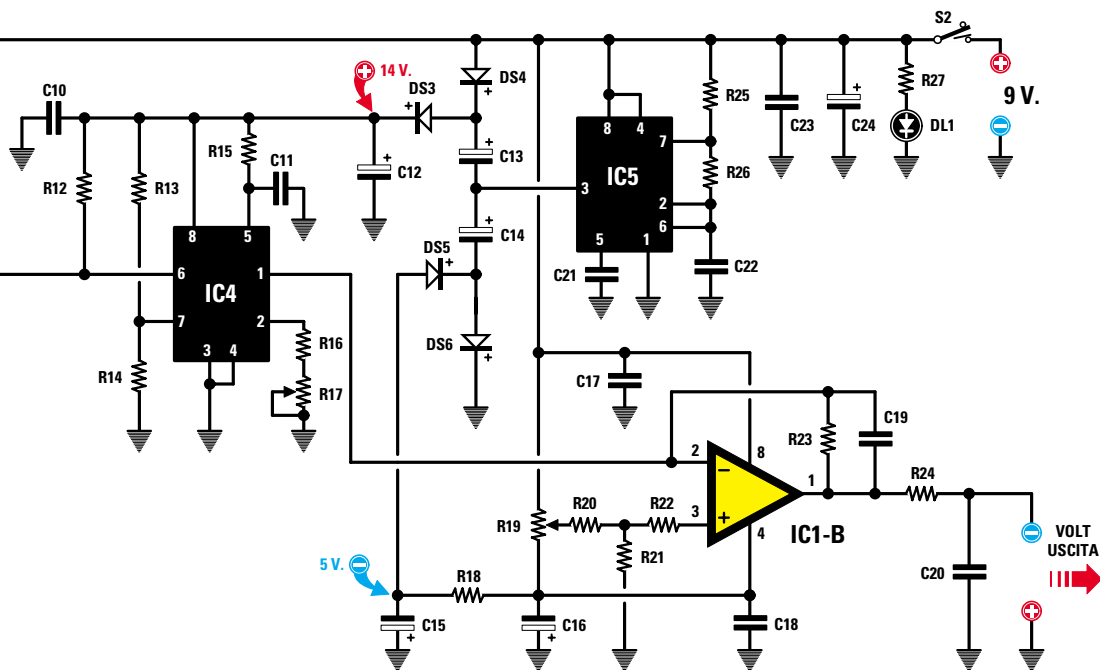



Fig.562 Schema elettrico del frequenzimetro analogico LX.5047. Il commutatore rotativo S1 permette di ottenere una tensione di 3 volt, con frequenze di 3-30-300 KHz.

ELENCO COMPONENTI LX.5047

R1 = 10.000 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 4.700 ohm
R6 = 100.000 ohm
R7 = 100.000 ohm
R8 = 100.000 ohm
R9 = 100.000 ohm
R10 = 1 megaohm
R11 = 1.500 ohm
R12 = 10.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 56.000 ohm
R15 = 6.800 ohm
R16 = 12.000 ohm
R17 = 5.000 ohm trimm. 10 giri
R18 = 100 ohm
R19 = 47.000 ohm pot. lin.
R20 = 100.000 ohm
R21 = 100 ohm
R22 = 100.000 ohm
R23 = 100.000 ohm
R24 = 10 ohm
R25 = 10.000 ohm
R26 = 12.000 ohm
R27 = 1.000 ohm
C1 = 220.000 pF poliestere
C2 = 10 microF. elettrolitico
C3 = 33 pF ceramico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 150 pF ceramico
C7 = 220 pF ceramico
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 470 pF ceramico
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 10.000 pF poliestere
C12 = 10 microF. elettrolitico
C13 = 10 microF. elettrolitico
C14 = 10 microF. elettrolitico
C15 = 10 microF. elettrolitico
C16 = 10 microF. elettrolitico
C17 = 100.000 pF poliestere
C18 = 100.000 pF poliestere
C19 = 1 microF. poliestere
C20 = 100.000 pF poliestere
C21 = 10.000 pF poliestere
C22 = 10.000 pF poliestere
C23 = 100.000 pF poliestere
C24 = 100 microF. elettrolitico
DS1-DS6 = diodi tipo 1N.4148
DL1 = diodi led
IC1 = integrato NE.5532
IC2 = integrato LM.311
IC3 = integrato CD.4518
IC4 = integrato XR.4151
IC5 = integrato NE.555
S1 = comm. 3 pos.
S2 = interruttore

Fig.563 Connessioni viste da sopra degli integrati utilizzati in questo progetto rivolgendo verso sinistra la loro tacca di riferimento a U. Le connessioni dell'integrato convertitore tensione-frequenza, siglato XR.1451, sono riprodotte in fig.560.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

frequenza che esce dall'operazionale **IC2**, quindi in questa posizione potremo leggere una frequenza massima di **3.000 Hz** pari a **3 KHz**.

Ruotando il commutatore **S1** sulla **2° posizione**, sul piedino d'ingresso del **convertitore IC4** applicheremo la frequenza che esce dai piedini **6-10** dell'integrato **IC3** divisa **x10**, quindi in questa posizione potremo leggere una frequenza massima di **30.000 Hz** pari a **30 KHz**.

Ruotando il commutatore **S1** sulla **3° posizione**, sul piedino d'ingresso del **convertitore IC4** applicheremo la frequenza che esce dal piedino **14** dell'integrato **IC3** divisa **x100**, quindi in questa posizione potremo leggere una frequenza massima di **300.000 Hz** pari a **300 KHz**.

La tensione **continua** che esce dal piedino **1** del **convertitore IC4**, viene applicata sull'ingresso **invertente** (piedino 2) dell'operazionale **IC1/B** e prelevata dal suo piedino d'uscita per farla giungere sulle due boccole alle quali è collegato il **tester** (vedi fig.573-574).

Il potenziometro **R19** applicato sull'ingresso **non invertente** di **IC1/B** serve per portare la lancetta del **tester** sullo **0** in assenza di segnale.
Vi facciamo notare che il terminale **positivo** del **tester** va collegato alla boccola di **massa**, mentre il terminale **negativo** alla boccola d'uscita dell'operazionale **IC1/B**.
Guardando lo schema elettrico, in alto a destra si può notare un integrato siglato **IC5**, un comune **NE.555**, che in questo schema utilizziamo per ot-

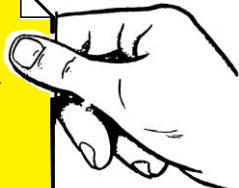



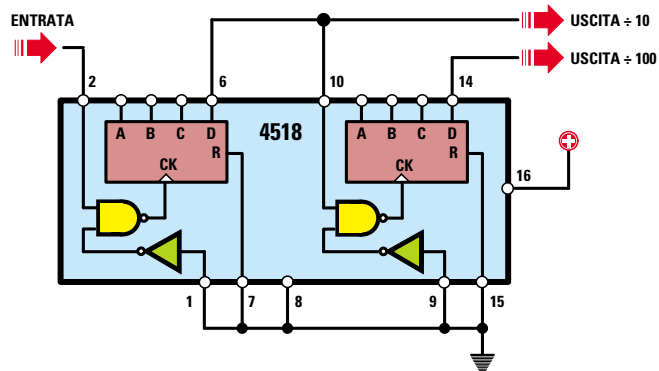
Fig.564 Applicando una qualsiasi frequenza sull'ingresso del doppio divisore 4518 (IC3), dal piedino 6 la preleverete divisa x10 e dal piedino 14 divisa x100.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.565 Formula per calcolare la frequenza generata dallo stadio oscillatore NE.555 (vedi IC5). Il valore delle resistenze va espresso in kiloohm e quello del condensatore in nanofarad.

tenere una tensione **positiva** di **14 volt**, per alimentare i piedini **5-8** dell'integrato **XR.4151** e una tensione **negativa** di **5 volt**, che utilizziamo per alimentare il piedino **4** dell'operazionale **IC1/B**.

Per ottenere una tensione di **+14 volt** e una di **–5 volt**, questo integrato **NE.555** viene utilizzato come **oscillatore** in grado di generare un'**onda quadra** con una frequenza di **4.000 Hz** circa, che preleviamo dal suo piedino d'uscita **3**.

La formula per conoscere il valore della **frequenza** generata da questo **oscillatore** è la seguente:

Hertz = 1.440.000 : [(R25+R26+R26) x C22]

Nota: il valore delle resistenze va espresso in **kiloohm** e quello del condensatore in **nanofarad**.

Con i valori indicati nell'elenco componenti si otterrà questa **frequenza**:

1.440.000 : [(10+12+12) x 10] = 4.235 Hertz

L'onda quadra prelevata dal piedino **3** e raddrizzata dal diodo **DS5**, fornisce una tensione **negativa** di circa **5 volt** (notate il suo terminale **+** rivolto verso l'elettrolitico **C14**), che utilizziamo per alimentare il piedino **4** di **IC1/B**.

La stessa onda quadra, prelevata dal piedino **3**, ma raddrizzata dal diodo **DS3**, fornisce una tensione **positiva** di **5 volt** (notate il suo terminale **+** rivolto verso l'elettrolitico **C12**), ma a questa tensione si **sommerà** anche la tensione **positiva** dei **9 volt** che il diodo **DS4** invia verso il diodo **DS3**: ai capi dell'elettrolitico **C12** sarà quindi presente una tensione **positiva** di **5+9 = 14 volt**, che viene utilizzata per alimentare i piedini **5-8** di **IC4**.

In teoria l'integrato **XR.4151** si potrebbe alimentare anche con una tensione di **9 volt**, anzichè di **14 volt**, ma per sicurezza è meglio alimentarlo con una tensione maggiore, perchè se la tensione della pila dovesse scendere al di sotto degli **8,5 volt**, questo integrato non sarebbe più in grado di **convertire** alcuna **frequenza** in una **tensione**.

Alimentandolo con una tensione di **14 volt** avremo la certezza che, anche se la tensione della pila dovesse scendere a **8 volt**, sull'integrato giungerà sempre una tensione non minore di **5+8 = 13 volt**.

REALIZZAZIONE PRATICA

A chi ci richiederà il kit **LX.5047** invieremo tutti i componenti necessari per completare questo progetto, più un circuito stampato già inciso e forato e un mobile plastico completo di una mascherina di alluminio serigrafata.
Anche se in questo circuito stampato bisogna collocare ben **65** diversi componenti elettronici, non preoccupatevi perchè, seguendo le nostre istruzioni, riuscirete a completarlo senza incontrare alcuna difficoltà.

Una volta in possesso del circuito stampato, iniziate con l'inserire uno per volta gli **zoccoli** relativi agli integrati **IC1-IC2-IC3-IC4-IC5**.

Prima di saldare i piedini di questi zoccoli sulle piste in rame del circuito stampato, rileggete la **5° Lezione** soffermandovi sulla fig.141.

Ricordate che il segreto per far funzionare una qualsiasi apparecchiatura elettronica sta tutto nelle **saldature**, quindi eseguitele con la massima accuratezza usando dello **stagno** di ottima qualità.

Completate le saldature, vi consigliamo di verificare se **tutti** i terminali risultano saldati, perchè nella fretta potreste averne **dimenticato** qualcuno, oppure potreste aver **cortocircuitato** due piedini adiacenti con una grossa goccia di stagno.

In secondo luogo, vi consigliamo di inserire nel circuito stampato i **6 diodi** al silicio.

Il diodo siglato **DS1** va posto vicino all'integrato **IC1**, rivolgendo la **fascia nera** che contorna il suo corpo verso **IC1** ed il diodo siglato **DS2**, rivolgendo la sua **fascia nera** verso il basso (vedi fig.566).

Il diodo siglato **DS3** va montato vicino al condensatore **C21** orientando la sua **fascia nera** verso si-

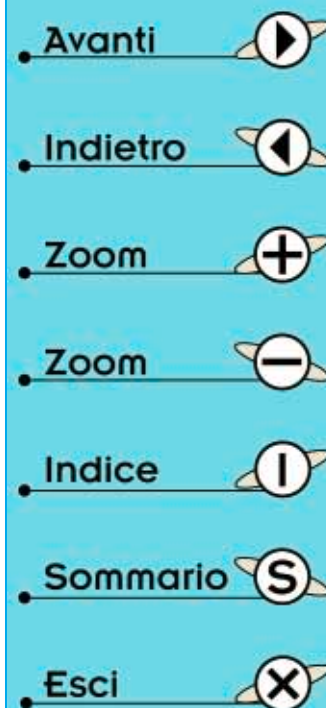



Fig.566 Schema pratico di montaggio del frequenzimetro analogico LX.5047. Prima di fissare sul circuito stampato il commutatore rotativo S1 e il potenziometro R19 dovete accorciare i loro perni come visibile in fig.568. La frequenza da misurare viene applicata sulle due boccole poste in basso e la tensione da applicare al tester dalle due boccole poste il alto. Nell'inserire gli integrati nei rispettivi zoccoli, controllate che la loro tacca di riferimento a forma di U risulti rivolta in basso.

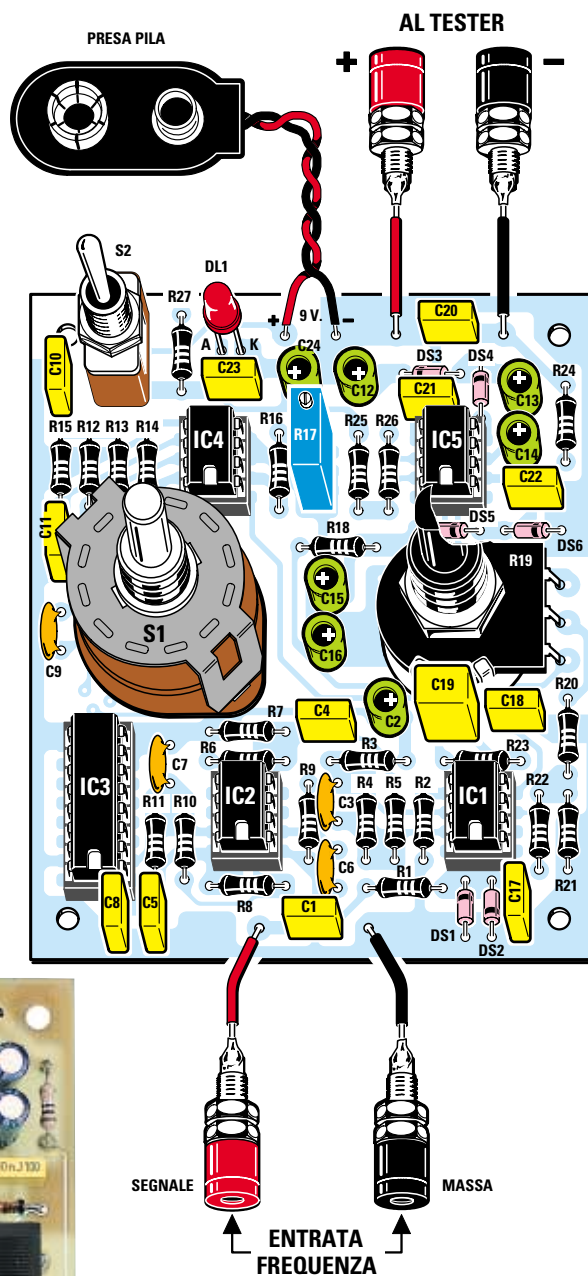
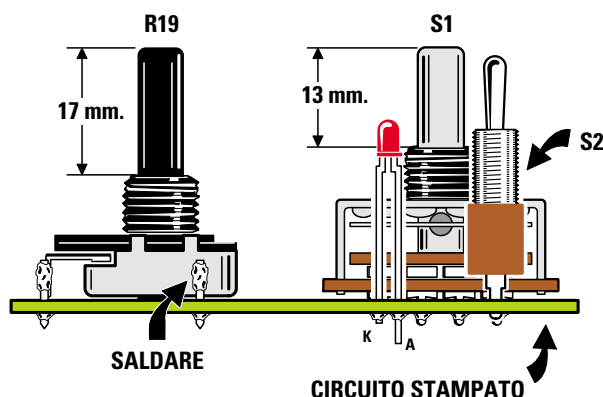



Fig.567 Foto del circuito stampato del frequenzimetro analogico con già sopra montati tutti i componenti. La vite posta sul corpo del trimmer multigiri R17 è quella del cursore di taratura.

359

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.568 In questo disegno potete osservare di quanto sia necessario accorciare i perni del commutatore S1 e del potenziometro R19. La testa del diodo led deve uscire leggermente dal pannello frontale del mobile plastico.

nistra, mentre il diodo siglato **DS4** va posto vicino al condensatore elettrolitico **C13** orientando la sua **fascia nera** verso lo zoccolo dell'integrato **IC5**.

I diodi siglati **DS5-DS6** vanno collocati nello spazio ad essi riservato vicino al potenziometro **R19**, rivolgendo verso destra il lato del loro corpo contraddistinto dalla **fascia nera**.
Nota: orientando la **fascia nera** di questi diodi in senso opposto a quello visibile nello schema pratico di fig.566, il circuito **non** funzionerà.

Proseguendo nel montaggio, inserite tutte le **resistenze** nelle posizioni contrassegnate.
In tutti i nostri **circuiti stampati** è riportato un **disegno** serigrafico (che non appare nelle foto), con il **simbolo** di ogni componente completo della **sigla**, che semplificherà l'operazione di montaggio.

Prima di inserire le resistenze, vi consigliamo di **decifrarne** i **codici** a **colori** e, per farlo, di disporle in fila sul vostro banco da lavoro: **R1-R2-R3-R4**, ecc.

In questo modo, se per caso vi sbagliaste a decifrare un colore, confondendo un **rosso** con un **marrone** oppure un **giallo** con un **arancione**, potrete rimetterlo in ordine sul tavolo prima di inserirlo nel circuito stampato.

Se salderete sul circuito stampato un valore ohmico **errato**, dovrete **dissaldare** la resistenza “sbagliata” per inserire il giusto valore con il rischio di rovinare le sottostanti piste in rame.

Dopo le resistenze potrete inserire il **trimmer multigiri** siglato **R17**, poi tutti i **condensatori ceramici** e i **poliestere**.

A chi dovesse incontrare qualche difficoltà nel decifrare il valore in **picofarad** stampigliato sul corpo di questi condensatori, consigliamo di consultare le **pagg.45-46** del nostro **primo** volume ”**Imparare l'elettronica partendo da zero**” dove sono riportate tutte le sigle usate dalle Case Costruttrici.

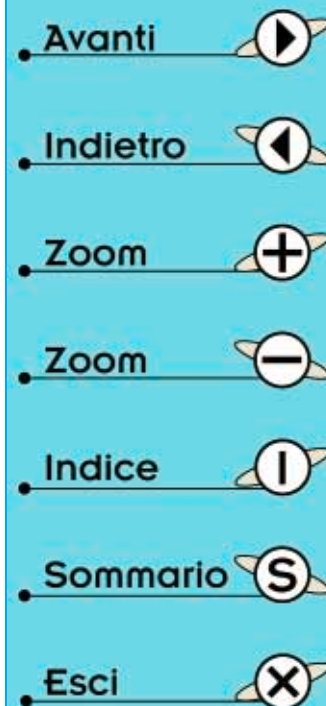
Gli ultimi **condensatori** da inserire nel circuito stampato sono gli **elettrolitici** che, come saprete, sono **polarizzati**, cioè hanno un terminale **positivo** ed uno **negativo** che **non** dovrete invertire.

Noterete che uno dei due fori in cui vanno inseriti i terminali di tali condensatori, è contrassegnato dal simbolo **+** ed è perciò il **positivo**.

Se non incontrerete alcuna difficoltà ad individuare sul circuito stampato il **foro positivo**, perchè vicino a questo troverete un **+**, lo stesso non può dirsi per i **due** terminali che fuoriescono dal corpo di questi condensatori, perchè su questi **non** appare alcun segno.

Come potete vedere in fig.572, sul corpo di questi condensatori, in corrispondenza del terminale **negativo**, può comparire il segno **–**.
Se siete degli attenti osservatori noterete che i due terminali hanno una **diversa** lunghezza, infatti il terminale **positivo** risulta sempre **più lungo** del terminale **negativo**.

Per completare il montaggio, mancano sul circuito stampato il deviatore a levetta **S2**, il commutatore rotativo **S1**, il potenziometro **R19**, il diodo led **DL1**, la **presa** pila e le **boccole** d'entrata e d'uscita.

Come primo componente potete inserire nel circuito stampato il deviatore **S2**.
Se i suoi terminali entrano con difficoltà nei fori dello stampato, **non allargateli** con una punta da trapano, perchè essendo questo un circuito stampato a **doppia faccia** con fori metallizzati, se **allar-**

gherete i fori, andrete a **togliere** quel sottile strato di rame presente all'interno del foro che serve per collegare elettricamente la pista superiore con quella sottostante: **assottigliate**, invece, con una lima i terminali del deviatore.

Come secondo componente potete inserire il commutatore rotativo **S1**, ma prima di farlo dovete **accorciare** con un piccolo seghetto il suo perno in modo che risulti lungo circa **13 mm** (vedi fig.568), diversamente vi ritroverete con una manopola troppo distanziata dal pannello del mobile.
Dopo aver fatto entrare tutti i terminali di questo commutatore nei fori dello stampato, dovete saldarli sulle piste in rame sottostanti.

Come terzo componente montate il potenziometro **R19**, ma prima di farlo dovete **accorciare** con un piccolo seghetto il suo perno in modo che risulti lungo circa **17 mm** (vedi fig.568).

Con degli spezzoni di filo di rame nudo (potete usare quelli che vi rimarranno dopo aver tranciato i terminali delle resistenze), collegate le piste del circuito stampato con i tre terminali presenti sul corpo del potenziometro.

L'ultimo componente che dovete inserire è il diodo led **DL1**, che collocherete vicino al condensatore poliestere **C23** rivolgendo il suo terminale **più lungo** (vedi lettera **A**) verso l'interruttore **S2**.
Poichè la testa di questo diodo led deve uscire per pochi millimetri dal pannello frontale del mobile, prima di saldarne i terminali dovete verificarne la lunghezza.
Nei punti dello stampato ai quali andranno collegati i fili della **presa pila**, quelli delle **boccole** del **tester** e quelli dell'ingresso **frequenza**, dovete saldare i corti terminali capifilo a forma di spillo che troverete nel kit.

Completato il montaggio, prendete tutti gli integrati ed inseriteli nei rispettivi zoccoli, rivolgendo verso il basso (vedi fig.566) la tacca di riferimento a forma di **U** impressa sul loro corpo.

A questo punto potete fissare all'interno del mobile plastico il circuito stampato con quattro viti autofilettanti, dopodichè potete prendere il coperchio ed incollare sopra ad esso la mascherina frontale di alluminio.
Poichè il coperchio di questo mobile **non è forato**, questa mascherina vi servirà per stabilire con quale diametro e in quale posizione dovete praticare i fori per far uscire i perni del potenziometro **R19**, dei due commutatori **S1-S2** e delle **boccole**.

Come potete vedere in fig.569, prima di fissare le boccole nel mobile dovete sfilare dal loro corpo la **rondella** di **plastica** posteriore, inserendola poi dalla parte interna del coperchio.
Questa rondella serve per **isolare** il corpo metallico di questi componenti dalla mascherina di alluminio.

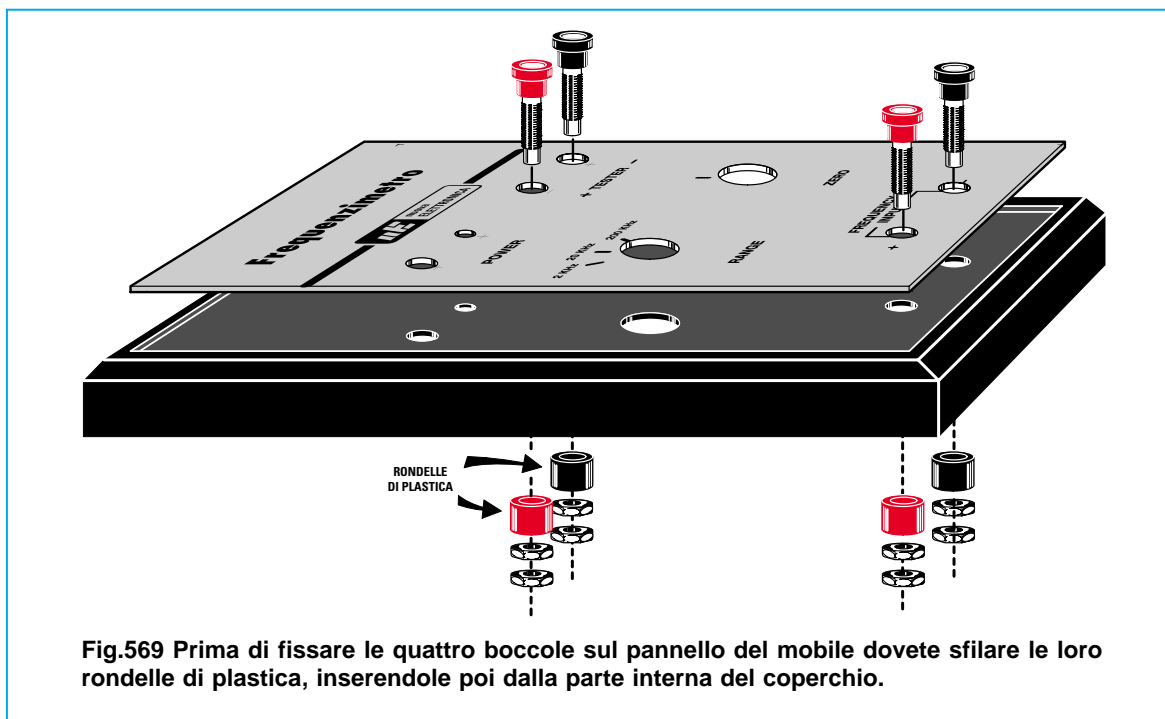



Fig.569 Prima di fissare le quattro boccole sul pannello del mobile dovete sfilare le loro rondelle di plastica, inserendole poi dalla parte interna del coperchio.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.570 A sinistra, il circuito stampato fissato nel mobile con quattro viti autofilettanti. Nel vano presente nella parte alta del mobile troverà posto la pila da 9 volt.

Fig.571 A destra, ecco come si presenta il pannello frontale del mobile. Le quattro boccole vanno collegate al circuito stampato con degli spezzoni di filo di rame flessibile isolato in plastica (vedi fig. 566).

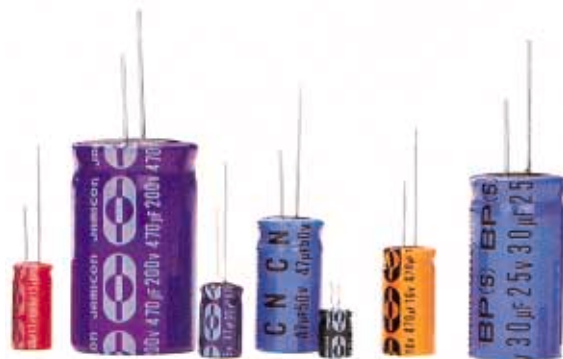



Fig.572 Nei condensatori elettrolitici il terminale positivo è sempre più lungo di quello negativo. Spesso in corrispondenza del solo terminale negativo appare il segno –.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

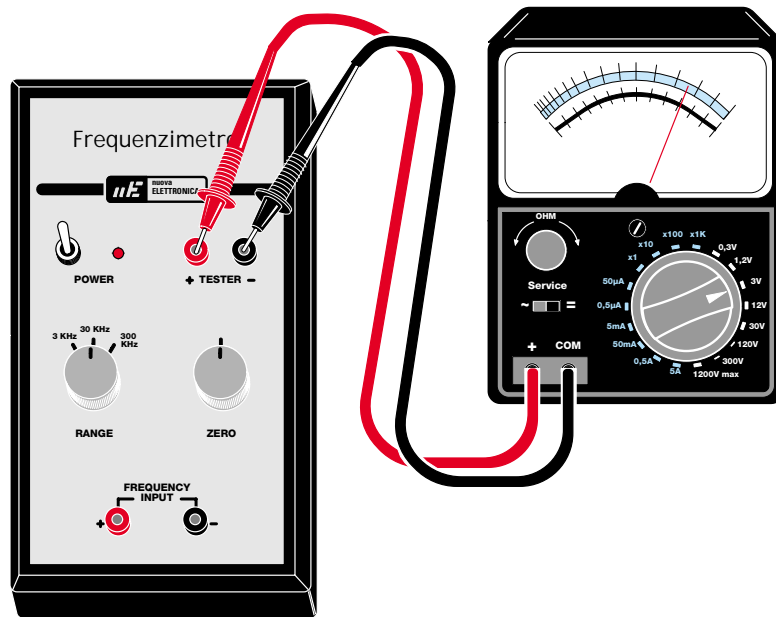



Fig.573 Chi dispone di un tester analogico dovrà commutarlo in "Volt CC" e sulla portata "3 Volt fondo scala". Dopo aver ruotato la manopola del potenziometro R19 fino a portare la lancetta dello strumento su 0 volt, dovrà applicare sull'ingresso una frequenza fissa, quindi tarare il cursore del trimmer multigiri R17 fino a leggere sul tester una tensione proporzionale alla frequenza d'ingresso (vedi Tabella N.32).

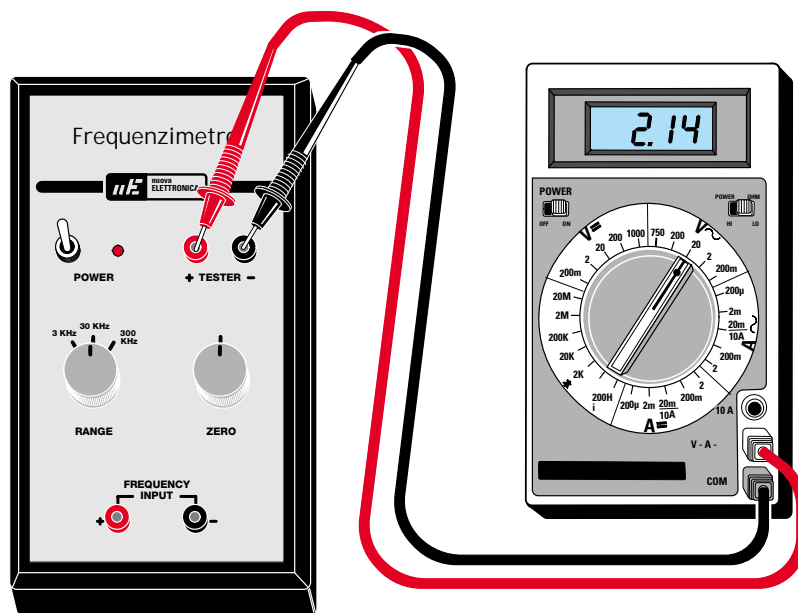



Fig.574 Chi dispone di un tester digitale dovrà commutarlo in "Volt CC" e sulla portata "20 Volt fondo scala". Dopo aver ruotato la manopola del potenziometro R19 fino a far apparire sui display il numero 0.00, potete applicare sull'ingresso una frequenza fissa, quindi tarare il cursore del trimmer multigiri R17 fino a leggere sul tester una tensione proporzionale alla frequenza d'ingresso (vedi Tabella N.32).

IL TESTER da UTILIZZARE

Completato il montaggio, per leggere il valore di una qualsiasi **frequenza** dovete collegare alle due boccole d'uscita i **puntali** di un **tester**, non importa se **analogico** o **digitale**.

Se disponete di un **tester analogico**, dovete commutarlo su **volt CC** e sulla portata dei **3 volt fondo scala** (vedi fig.573).

Se ruotate il commutatore **S1** del frequenzimetro sulla **1° portata** dei **3 KHz**, per far deviare la lancetta dello strumento sul **fondo scala** dovete applicare sull'ingresso una frequenza massima di **3.000 Hz** pari a **3 KHz**.

Se ruotate questo commutatore sulla **2° portata** dei **30 KHz**, per far deviare la lancetta dello strumento sul **fondo scala** dovete applicare sull'ingresso una frequenza massima di **30.000 Hz** pari a **30 KHz**.

Se lo ruotate sulla **3° portata** dei **300 KHz**, per far deviare la lancetta dello strumento sul **fondo scala** dovete applicare sull'ingresso una frequenza massima di **300.000 Hz** pari a **300 KHz**.

Utilizzando un **tester analogico** potete conoscere il valore di una **frequenza**, ma in modo molto approssimativo.

Infatti, se nella **1° portata** la lancetta si ferma su **1 volt**, potete solo affermare che questa frequenza si aggira intorno ai **1.000 Hz**, ma non potete sapere se è di **990 Hz** o di **1.050 Hz**.

Se ruotate il commutatore **S1** sulla **2° portata** e la lancetta si ferma nuovamente su **1 volt**, potete affermare che questa frequenza si aggira intorno ai **10.000 Hz**, ma non potete sapere se è di **9.950 Hz** oppure di **10.180 Hz**.

Per leggere una frequenza con una maggior precisione, conviene usare un **tester digitale** commutato sulla portata dei **20 Vcc** (vedi fig.574).

Se ruotate il commutatore **S1** sulla **1° portata** dei **3 KHz** ed applicate sull'ingresso una frequenza di **2.850 Hz**, sul display vedrete apparire il numero **2.85 volt**.

Se ruotate questo commutatore sulla **2° portata** dei **30 KHz** ed applicate sull'ingresso una frequenza di **21.400 Hz**, sui display vedrete apparire il numero **2.14 volt**, quindi basta aggiungere due **00** per leggere la frequenza esatta pari a **21.400 Hz**.

Se spostate il commutatore **S1** sulla **3° portata** dei **300 KHz** e sui display vedrete apparire il numero **1.55 volt**, è ovvio che questa frequenza corrisponderà a **155.000 Hz**.

TARATURA

- Acceso il frequenzimetro, ruotate il commutatore **S1** sulla **1°** portata dei **3 KHz**, poi **cortocircuitate** le boccole d'ingresso per evitare che entri del ronzio di alternata.

- Se utilizzate un **tester analogico**, ruotate il perno del potenziometro **R19** fino a portare la **lancetta** dello strumento su **0 volt**.

- Se utilizzate un **tester digitale**, ruotate il perno del potenziometro **R19** fino a far apparire sui **display** il numero **0.00 volt**.

Completata questa taratura, potete passare a quella del trimmer **R17**, che serve a definire il valore massimo del **fondo scala** per tarare il quale sarebbe necessario un **Generatore** di **BF**.

Se avete un amico che può prestarvelo, oppure che vi permette di andare a casa sua, collegate la sua uscita all'ingresso del vostro frequenzimetro, poi procedete come segue:

- Ruotate il commutatore **S1** sulla **1°** portata dei **3 KHz**, poi sintonizzate il **Generatore** di **BF** su una frequenza compresa tra i **2.000-3.000 Hz**.

- Collegate all'uscita del frequenzimetro un **tester,** possibilmente **digitale**, commutato sulla portata **20 volt CC**, poi ruotate il cursore del trimmer **R17** fino a leggere sui **display** il valore della frequenza prelevata dal **Generatore** di **BF**.

- Ammesso che la sintonia del **Generatore** di **BF** risulti di **2.500 Hz**, ruotate questo trimmer fino a leggere sui display **2.50 volt**.

Tarato il trimmer **R17** sulla **1°** portata dei **3 KHz**, automaticamente risulteranno tarate anche le altre due portate dei **30 KHz** e dei **300 KHz**.

LA SENSIBILITÀ D'INGRESSO

Per far funzionare questo frequenzimetro è necessario applicare sul suo ingresso un segnale **BF**, non importa se ad **onda sinusoidale** o **triangolare**, che abbia un'ampiezza **non minore** di **0,03 volt** che corrispondono a **30 millivolt**.
Non applicate mai sull'ingresso di questo frequenzimetro dei segnali con ampiezza maggiore di **50 volt** perchè potreste bruciare i due diodi **DS1-DS2**.

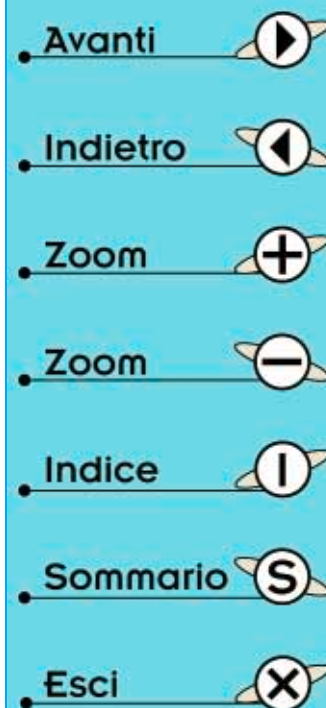



Fig.576 Ecco come si presenta il frequenzimetro digitale descritto in questa lezione.

FREQUENZIMETRO DIGITALE con 5 DISPLAY che legge fino a 10 MHz

Per conoscere l'esatto valore in **Hz-KHz-MHz** di una **frequenza**, dovete abbandonare i diversi frequenzimetri **analogici** ed indirizzarvi verso i frequenzimetri **digitali** perchè, anche se risultano più costosi, fanno vedere sui **display** l'esatta frequenza espressa in **numeri**.

Quindi se avete un frequenzimetro **digitale** commutato sulla portata **hertz** e sui display appare il numero **14562** (vedi fig.577), potete affermare che questo è l'esatto valore della frequenza misurata.

Se commutate questo stesso frequenzimetro sulla portata **kilohertz** e vedete apparire sui display il numero **225.48**, è ovvio che le prime tre cifre di sinistra saranno i **kilohertz** e le altre due cifre di destra, poste dopo il **punto**, saranno le **centinaia** e le **decine** di **hertz** (vedi fig.578).
Se a questo numero aggiungete uno **0** otterrete un valore di **225.480 hertz**.
Se lo ruotate sulla portata **megahertz** e sui display vedete apparire il numero **4.7548** (vedi fig.579), è ovvio che la prima cifra di sinistra sarà l'**unità** dei **megahertz**, mentre le altre quattro cifre di destra, poste dopo il **punto**, saranno le **centinaia-decine-unità** dei **kilohertz** e le **centinaia** di **hertz**.
Se a questo numero aggiungete i due zeri delle **decine** e delle **unità** degli **hertz**, otterrete un numero con **7 cifre**, cioè **4.754.800** quindi leggerete **4 megahertz**, **754 KHz** e **800 Hz**.

Fig.577 Con la manopola ruotata sulla portata "Hertz" potrete leggere fino ad una frequenza massima di 99.999 Hertz. Se appare questo numero, leggerete 14.562 Hertz.

Fig.578 Con la manopola ruotata sulla portata "Kilohertz" potrete leggere fino ad una frequenza massima di 999 Kilohertz. Se appare questo numero, leggerete 225,48 KHz.

Fig.579 Con la manopola ruotata sulla portata "Megahertz" potrete leggere fino ad una frequenza massima di 9 MHz. Se appare questo numero, leggerete 4 MHz e 754 KHz.

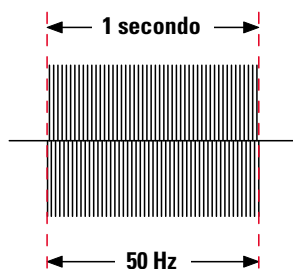
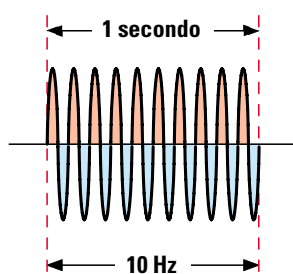
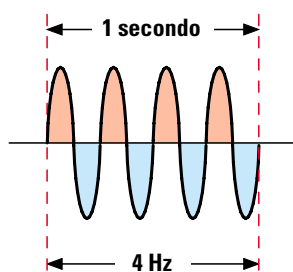



Fig.580 Per conoscere il valore di una frequenza bisogna stabilire quante sinusoidi si ripetono nel tempo di 1 secondo.
Alla frequenza di 4 Hertz si ripetono 4 sinusoidi, alla frequenza di 10 Hz si ripetono 10 sinusoidi e alla frequenza di 50 Hz si ripetono 50 sinusoidi: quindi, alla frequenza di 100,5 megahertz si ripetono ben 100.500.000 sinusoidi.
Per contare il numero di sinusoidi presenti in 1 secondo occorre una "porta" che si apra e si chiuda esattamente ogni secondo e un circuito che provveda a contare quante sinusoidi sono passate dalla "porta" in questo lasso di tempo.

TENSIONE ALTERNATA e FREQUENZA

Una tensione **alternata** è composta da **sinusoidi** che si ripetono all'infinito.

Per determinare il valore di una **frequenza**, espressa in **Hertz**, è necessario conoscere quante **sinusoidi** si ripetono nel tempo di **1 secondo**.

Se, ad esempio, prendiamo in considerazione la corrente elettrica che utilizziamo per accendere le **lampade** di casa, la **TV**, il **frigorifero**, l'**aspirapolvere**, ecc., che ha una frequenza di **50 Hertz**, possiamo affermare che in **1 secondo** vi sono **50 sinusoidi** (vedi fig.580).

Se abbiamo un oscillatore di **BF** che genera una frequenza di **3.500 Hz**, è sottinteso che in **1 secondo** vi sono ben **3.500 sinusoidi**.

Se abbiamo un oscillatore di **RF** che genera una frequenza di **100,5 megahertz**, in **1 secondo** vi sono ben **100.500.000 sinusoidi**.

Per contare queste **sinusoidi** è necessario un **timer** che tenga **aperta** una "porta" per un tempo esatto di **1 secondo** e un **contatore** che conti quante di queste sinusoidi riescono a passare in questo lasso tempo, infine un circuito elettronico che provveda a trasferire questo numero sui **display**.

LO STADIO della BASE dei TEMPI

In tutti i frequenzimetri **digitali** è presente una **base** dei **tempi** che provvede a fornire un'onda quadra in grado di tenere **aperta** una **porta** per un tempo esatto di **1 secondo**.

Nota: in questo frequenzimetro la **porta** che rimane aperta per **1 secondo** è il **Nor** siglato **IC4/A**.

Se si desidera ottenere dei tempi **esatti** non si possono utilizzare degli oscillatori **R/C** (resistenza capacità) e nemmeno **L/C** (induttanza capacità) perchè, oltre ad essere poco precisi a causa della **tolleranza** dei componenti, la loro frequenza varia al variare della temperatura ambiente.

Gli unici oscillatori che si possono usare per la loro **precisione** sono quelli che utilizzano un **quarzo**.

Il **quarzo** presente in questo frequenzimetro oscilla sulla frequenza di **3.276.800 Hertz**, quindi per ottenere una frequenza di **1 Hertz** è necessario sfruttare degli stadi **divisori** che provvedano a dividere questa frequenza per **3.276.800 volte**.

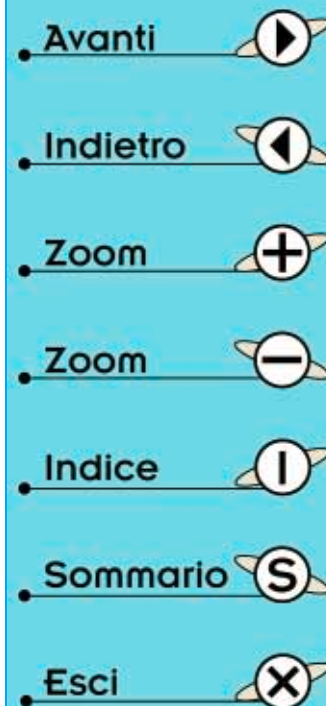
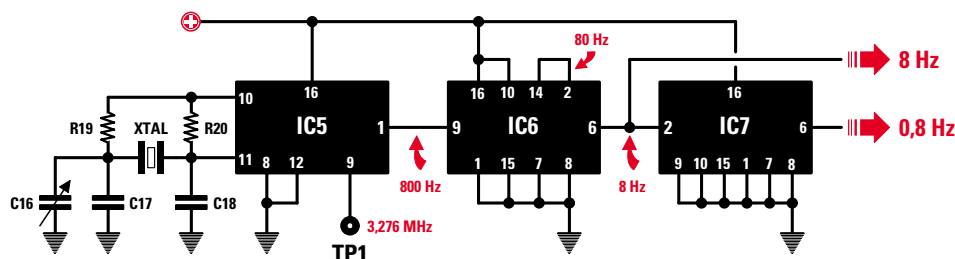



Fig.581 Per tenere aperta una "porta logica" (vedi fig.590) per il tempo esatto di 1 secondo si parte sempre con una frequenza generata da un oscillatore quarzato (vedi IC5). La frequenza generata da IC5 viene divisa da due stadi divisori (vedi IC6-IC7), che provvedono a fornire sulle loro uscite una frequenza di 8 Hz e di 0,8 Hz.

Per ottenere questa divisione sfruttiamo i tre integrati siglati **IC5-IC6-IC7** (vedi fig.581).

Il primo integrato **IC5** è un **C/Mos 4060** che, come evidenziato in fig.582, contiene uno stadio **oscillatore** che fa capo ai piedini **10-11** e tanti stadi **divisori**, che provvedono a dividere la **frequenza** generata dal **quarzo** per i seguenti valori:

freq. XTAL : 16 esce dal piedino 7
freq. XTAL : 32 esce dal piedino 5
freq. XTAL : 64 esce dal piedino 4
freq. XTAL : 128 esce dal piedino 6
freq. XTAL : 256 esce dal piedino 14
freq. XTAL : 512 esce dal piedino 13
freq. XTAL : 1.024 esce dal piedino 15
freq. XTAL : 4.096 esce dal piedino 1
freq. XTAL : 8.192 esce dal piedino 2
freq. XTAL : 16.384 esce dal piedino 3

Poichè il **quarzo** che abbiamo utilizzato genera una frequenza di **3.276.800 Hz** e questa frequenza viene prelevata dal piedino **1** divisa per **4.096 volte**, otteniamo una frequenza di:

3.276.800 : 4.096 = 800 Hertz

Questa frequenza di **800 Hz** viene poi applicata sul piedino **9** dell'integrato **C/Mos** tipo **4518** (vedi **IC6**) che contiene due **divisori x10** (vedi fig.584).

Nella **Lezione N.23** quando vi abbiamo proposto il progetto di un **orologio digitale** abbiamo presentato anche questo doppio divisore **4518**.

Applicando sul piedino d'ingresso **9** del primo divisore **x10** una frequenza di **800 Hz** (vedi IC6), dal suo piedino d'uscita **14** uscirà una frequenza di:

800 : 10 = 80 Hertz

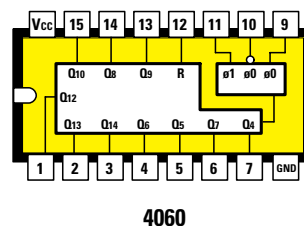



Fig. 582 Connessioni dell'integrato C/Mos siglato 4060 provvisto internamente di uno stadio oscillatore che fa capo ai piedini 10-11 e di dieci stadi divisori.

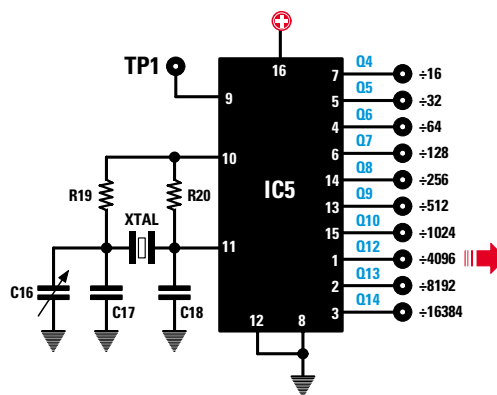



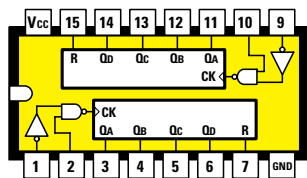
Fig.583 Se sui piedini 10-11 dello stadio oscillatore del C/Mos 4060 applichiamo un quarzo da 3.276.800 Hz, gli stadi divisori interni provvedono a dividere questa frequenza per il valore riportato sull'uscita di ciascun piedino.
Poichè il segnale viene prelevato dal piedino 1 che divide x4.096 volte, da questo piedino preleveremo una frequenza di:
3.276.800 : 4.096 = 800 Hz.
Questa frequenza viene poi divisa x100 da IC6 e x10 da IC7 (vedi fig.581).

4518

Fig.584 Connessioni viste da sopra del doppio divisore x10 siglato 4518.

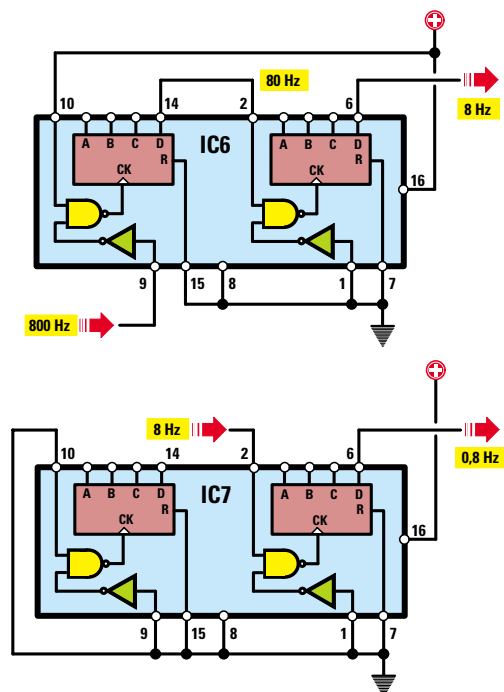



Fig.585 Nel divisore IC6 (vedi fig.581) la frequenza di 800 Hz entra nel piedino 9 e fuoriesce dal piedino 6 divisa x100, quindi dall'uscita preleverete 8 Hz. Nel secondo divisore IC7, la frequenza di 8 Hz entra nel piedino 2 e fuoriesce dal piedino 6 divisa x10, quindi dall'uscita preleverete 0,8 Hz.

Questa frequenza rientrando nel piedino **2** del secondo divisore **x10**, permette di prelevare dal suo piedino d'uscita **6** una frequenza di:

80 : 10 = 8 Hertz

Con il secondo integrato **4518** (vedi **IC7**) questa frequenza viene divisa ulteriormente **x10**, quindi sulla sua uscita ci ritroveremo una frequenza di:

8 : 10 = 0,8 Hertz (vedi figg.581 e 585)

Utilizzando **uno solo** dei due divisori **x10** presenti in questo ultimo integrato **IC7** e precisamente quello che fa capo al piedino d'ingresso **2** e al piedino d'uscita **6**, l'altro, che fa capo ai piedini **9-14**, rimane inutilizzato.

TEMPO e FREQUENZA

La frequenza ad onda quadra di **0,8 hertz** che esce dal piedino **6** di **IC7**, rimane a **livello logico 0** per un tempo di **1 secondo** e a **livello logico 1** per un tempo di **0,25 secondi** (vedi fig.586).

La **frequenza** ad onda quadra di **8 hertz** che esce dal piedino **6** di **IC6**, rimane a **livello logico 0** per un tempo di **0,1 secondo** e a **livello logico 1** per un tempo di **0,025 secondi** (vedi fig.586).

Per sapere il valore in **secondi** della **base** dei **tempi** conoscendo il valore della **frequenza** che esce dai due divisori **IC7-IC6**, usiamo la formula:

tempo secondi = 1 : hertz

1 : 0,8 = 1,25 secondi
1 : 8 = 0,125 secondi

La **base** dei **tempi** di **0,8 Hz** viene utilizzata per visualizzare sui display la frequenza degli **hertz** e dei **kilohertz**, mentre la **base** dei **tempi** di **8 Hz** per visualizzare i **megahertz**.

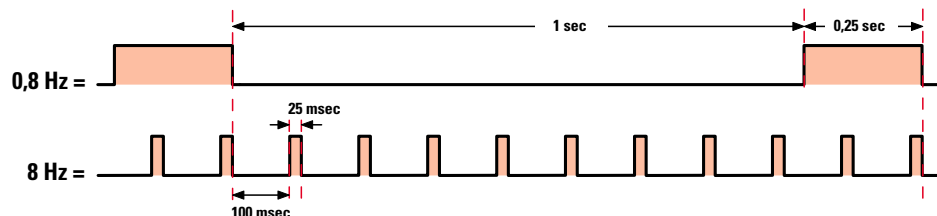



Fig.586 La frequenza di 0,8 Hertz che esce dal divisore IC7 (vedi fig.581-588) rimane per 1 secondo a "livello logico 1" e per 0,25 secondi a "livello logico 0".
La frequenza degli 8 Hertz che esce dal divisore IC6 rimane per 0,1 secondi a "livello logico 1" e per 0,025 secondi a "livello logico 0".

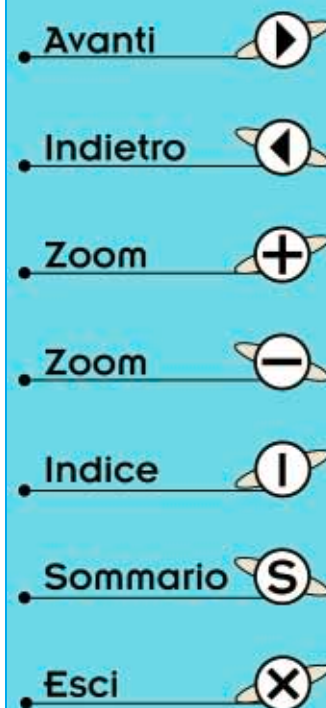
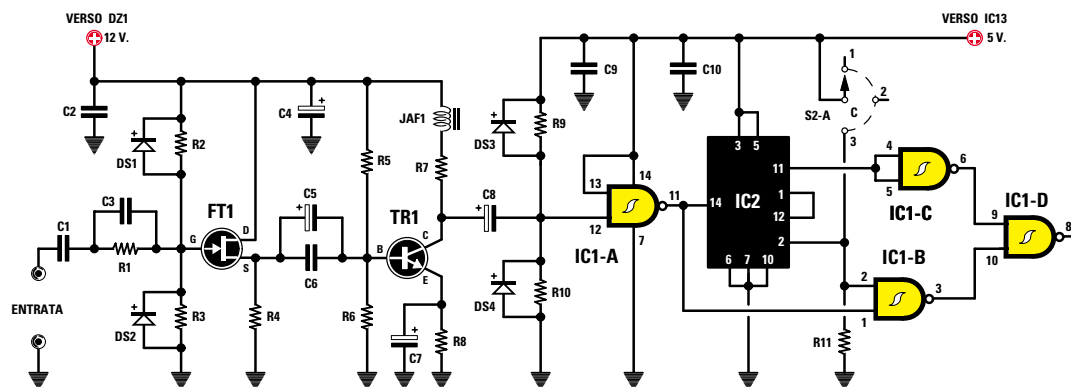



Fig.587 Lo stadio d'ingresso, composto da FT1 e TR1, viene utilizzato per convertire tutti i segnali sinusoidali, triangolari o a dente di sega, in segnali ad onda QUADRA. L'integrato IC2 è un divisore x10 della serie TTL in grado di leggere fino ad una frequenza massima di 50 MHz. Se in sua sostituzione avessimo utilizzato un integrato C/Mos, difficilmente saremmo riusciti a superare una frequenza massima di 2,5 MHz.

LO STADIO D'INGRESSO

Poichè gli integrati digitali accettano sul loro ingresso soltanto dei segnali ad onda quadra, bisogna disporre di uno stadio d'ingresso che provveda a **convertire** tutti i segnali di tipo **sinusoidale**, **triangolare**, a **dente** di **sega**, ecc., dei quali si desidera misurare la frequenza.

Lo stadio d'ingresso di questo frequenzimetro è riportato in fig.587.
Come potete notare, questo stadio utilizza un **fet** (vedi **FT1**), un **transistor** (vedi **TR1**), **4 porte Nand** che abbiamo siglato **IC1/A-B-C-D** e anche un integrato **divisore x10**, siglato **IC2**.

Il segnale applicato sulla boccola d'**Entrata** di questo frequenzimetro, passando attraverso i condensatori **C1-C3** e la resistenza **R1**, giunge sul **G**ate del fet **FT1**, utilizzato come stadio **separatore** con l'ingresso ad alta impedenza.
I due diodi al silicio siglati **DS1-DS2**, posti parallelo alle resistenze **R2-R3**, servono per proteggere il **fet** dai segnali che potrebbero superare una tensione di **12 volt picco/picco**.

Fino a quando l'ampiezza del segnale non supera il valore di **12 volt** i due diodi **non** conducono, ma non appena questo valore viene superato, i due diodi si portano in conduzione limitando l'ampiezza del segnale sul valore di **12 volt**.

L'ampiezza **massima** del segnale che possiamo applicare sull'ingresso di questo frequenzimetro non deve superare i **50 volt**, mentre l'ampiezza **minima** non deve scendere al di sotto degli **0,02 volt** pari a **20 millivolt**.

Il segnale presente sul terminale **S**ource del fet **FT1** viene trasferito, tramite i condensatori **C5-C6**, sulla **B**ase del transistor **NPN** siglato **TR1** per essere amplificato.

Dal **C**ollettore del transistor **TR1** viene prelevato un segnale ad **onda quadra** che, tramite il condensatore **C8**, viene trasferito sull'ingresso del **Nand IC1/A** utilizzato per pilotare il divisore **IC2**.

Guardando l'elenco componenti noterete che i due integrati **IC1-IC2** sono dei **TTL** della serie **74**, infatti **IC1** è un integrato **74LS132** composto da **4 Nand** (vedi **IC1/A-B-C-D**), mentre l'integrato **IC2** è un divisore **x10** tipo **74LS90**.

Il motivo per cui abbiamo usato per l'ingresso degli integrati **TTL** e non dei **C/Mos** ve lo sveliamo subito.

Gli integrati **TTL**, la cui sigla inizia sempre con il numero **74**, sono **molto veloci** tanto da riuscire a leggere qualsiasi frequenza fino ad un massimo di circa **50 megahertz**.
Gli integrati **C/Mos**, la cui sigla inizia sempre con il numero **40** o **45**, sono **molto lenti** e difficilmente riescono a leggere frequenze che superano i **2,5 megahertz**.

Se sull'ingresso dell'integrato **IC2**, che è un **TTL**, applichiamo una frequenza di **25 megahertz**, poichè questa viene divisa **x10**, sulla sua uscita ci ritroviamo con una frequenza di **2,5 MHz** che qualsiasi integrato **C/Mos** riesce a leggere.

In pratica dal piedino d'uscita **11** di **IC2** esce la fre-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

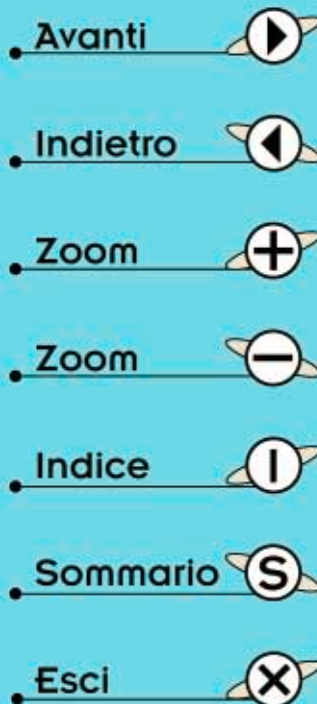
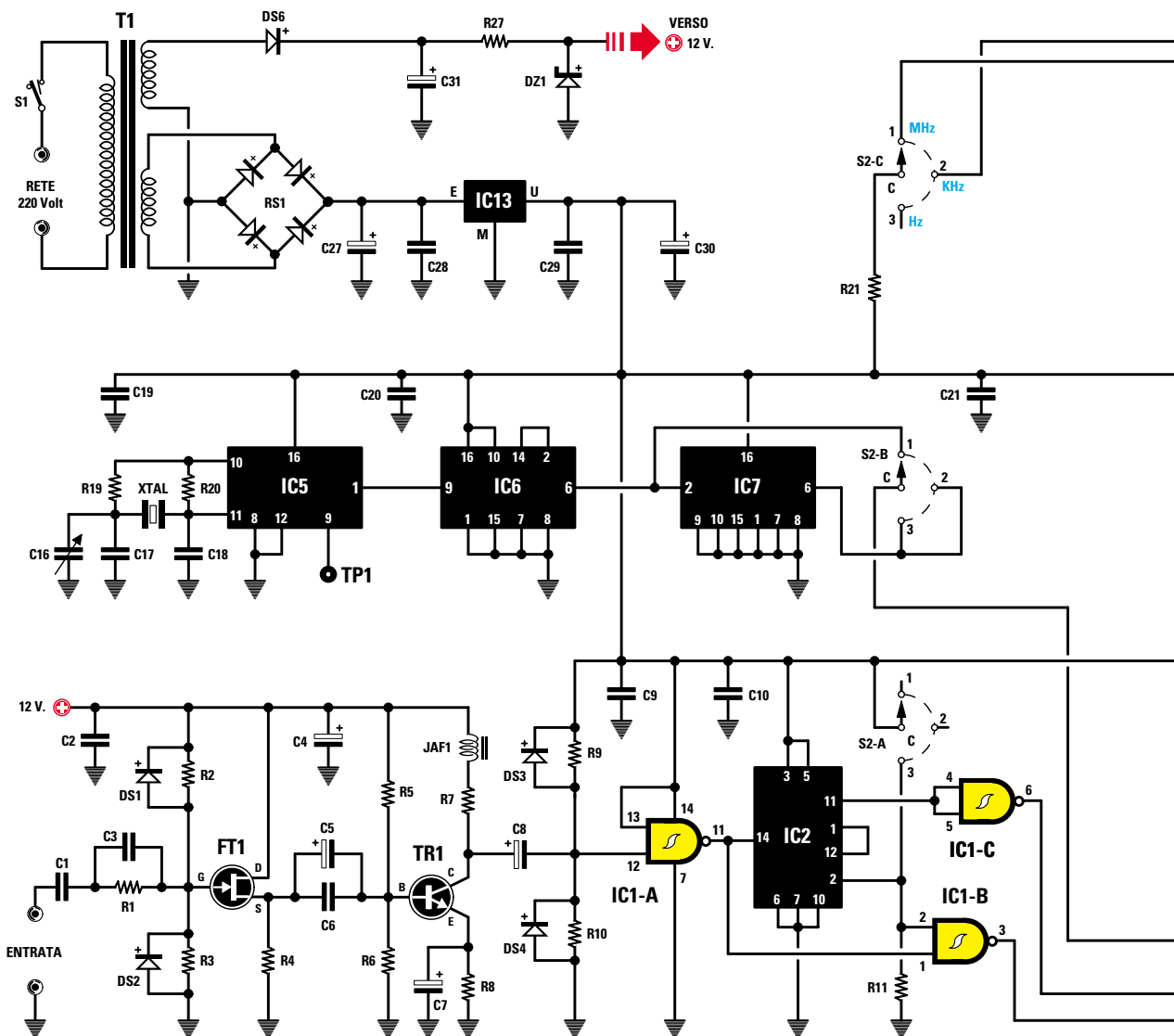
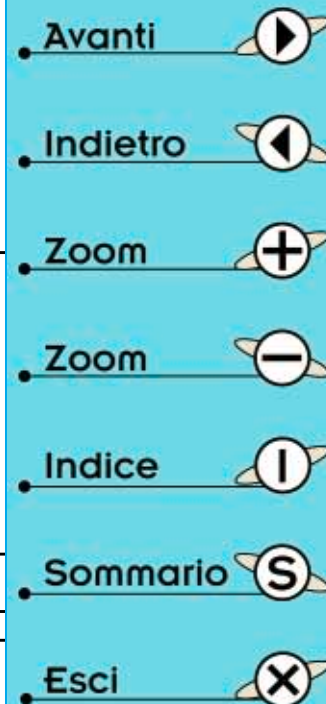
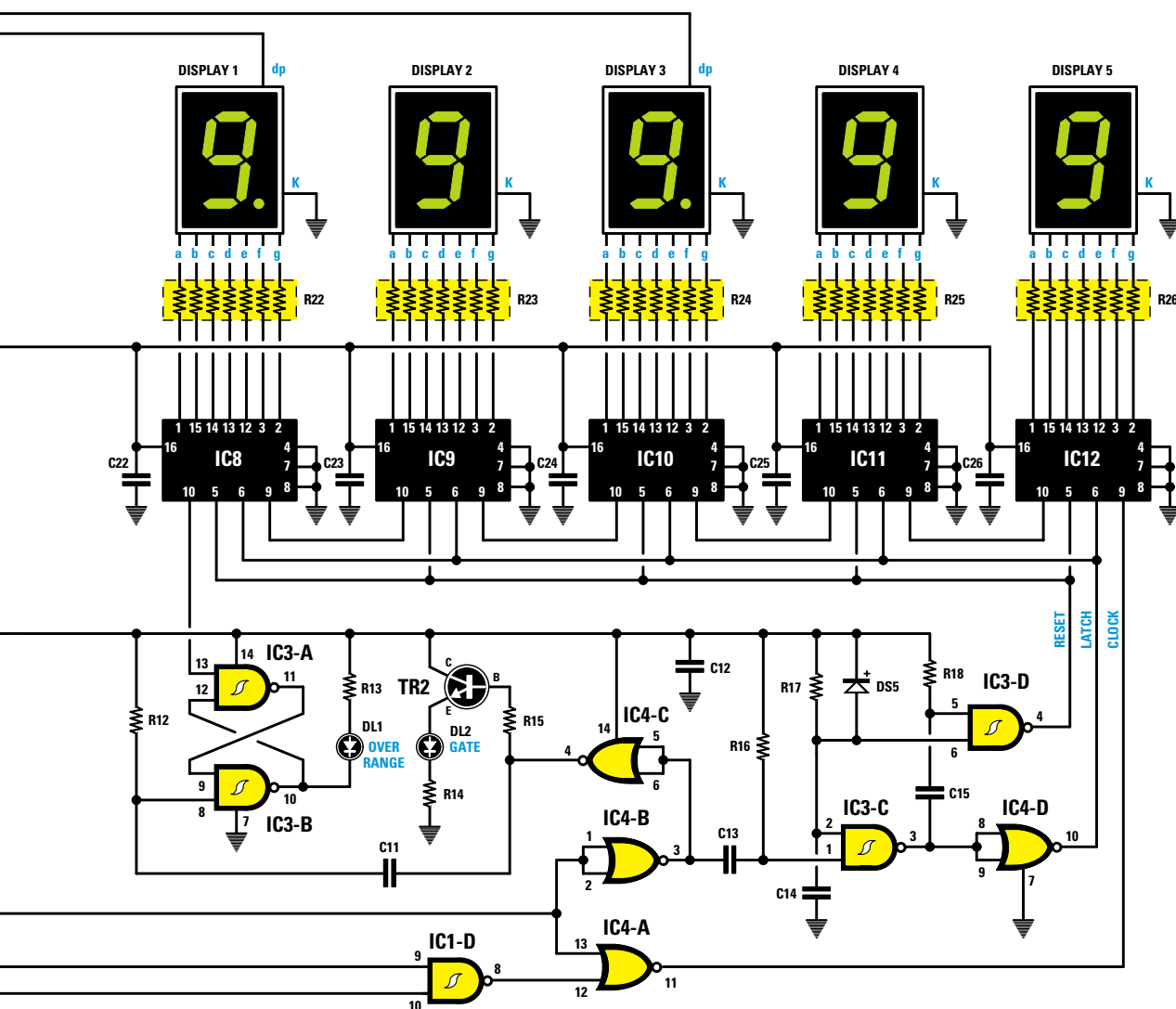



Fig.588 Schema elettrico del frequenzimetro digitale in grado di leggere oltre i 10 MHz.

ELENCO COMPONENTI LX.5048-LX.5048B

R1 = 4.700 ohm
R2 = 2,2 megaohm
R3 = 2,2 megaohm
R4 = 2.200 ohm
R5 = 82.000 ohm
R6 = 6.800 ohm
R7 = 2.200 ohm
R8 = 100 ohm
R9 = 15.000 ohm
R10 = 4.700 ohm
R11 = 220 ohm
R12 = 22.000 ohm
R13 = 330 ohm
R14 = 330 ohm
R15 = 10.000 ohm
R16 = 22.000 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 22.000 ohm
R19 = 3.300 ohm
R20 = 1 megaohm
R21 = 330 ohm
R22 = 470 ohm rete res.
R23 = 470 ohm rete res.
R24 = 470 ohm rete res.
R25 = 470 ohm rete res.
R26 = 470 ohm rete res.
R27 = 390 ohm
C1 = 1 microF. poliestere
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 220 pF ceramico
C4 = 10 microF. elettrolitico
C5 = 47 microF. elettrolitico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 100 microF. elettrolitico
C8 = 47 microF. elettrolitico
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 4.700 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

C13 = 4.700 pF poliestere
C14 = 1 microF. poliestere
C15 = 4.700 pF poliestere
C16 = 3-40 pF compensatore
C17 = 10 pF ceramico
C18 = 22 pF ceramico
C19 = 100.000 pF poliestere
C20 = 100.000 pF poliestere
C21 = 100.000 pF poliestere
C22 = 100.000 pF poliestere
C23 = 100.000 pF poliestere
C24 = 100.000 pF poliestere
C25 = 100.000 pF poliestere
C26 = 100.000 pF poliestere
C27 = 1.000 microF. elettrol.
C28 = 100.000 pF poliestere
C29 = 100.000 pF poliestere
C30 = 220 microF. elettrolitico
C31 = 470 microF. elettrolitico
JAF1 = impedenza 15 microhenry
RS1 = ponte raddrizz. 100 V. 1 A.
DS1 = diodo tipo 1N.4148
DS2 = diodo tipo 1N.4148
DS3 = diodo tipo 1N.4148
DS4 = diodo tipo 1N.4148
DS5 = diodo tipo 1N.4148
DS6 = diodo tipo 1N.4007
DZ1 = zener 12 V 1 W
DL1-DL2 = diodi led
DISPLAY1-5 = display C521G
TR1 = NPN tipo BF.495
TR2 = NPN tipo BC.547
FT1 = fet tipo J310
XTAL = quarzo da 3,276 MHz
IC1 = TTL tipo 74LS132
IC2 = TTL tipo 74LS90
IC3 = C/Mos tipo 4093
IC4 = C/Mos tipo 4001
IC5 = C/Mos tipo 4060
IC6 = C/Mos tipo 4518
IC7 = C/Mos tipo 4518
IC8 = C/Mos tipo 40110
IC9 = C/Mos tipo 40110
IC10 = C/Mos tipo 40110
IC11 = C/Mos tipo 40110
IC12 = C/Mos tipo 40110
IC13 = integrato L.7805
T1 = trasform. 6 watt (T006.05)
sec. 8 V 0,6 A - 15 V 0,1 A
S1 = interruttore
S2 = comm. 3 vie 3 pos.

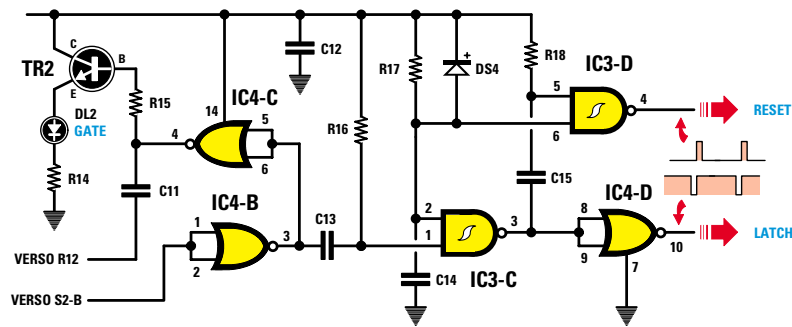



Fig.589 Lo stadio qui soprariportato permette di ottenere i due segnali di Reset e di Latch che, come spieghiamo nell'articolo, servono per trasferire il numero degli impulsi conteggiati sul display (vedi fig.592). Il diodo led DL2, collegato all'Emettitore del transistor TR2, lampeggia a 0,8 Hz sulle portate Hz e KHz ed a 8 Hz sulla portata MHz.

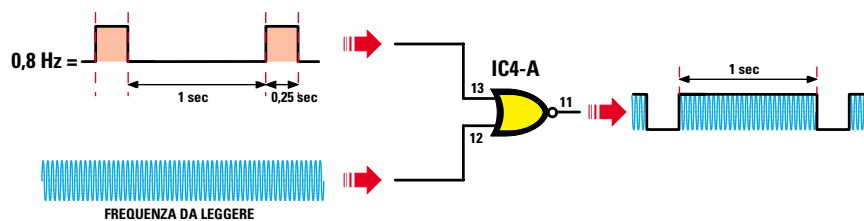



Fig.590 La porta digitale che rimane aperta per il tempo esatto di 1 secondo (0,1 secondo solo per leggere i MHz), è il Nor siglato IC4/A. Applicando sul piedino 12 la frequenza da leggere e sul piedino 13 la frequenza degli 0,8 Hz (vedi fig.586), dal piedino 11 sarà possibile prelevare l'esatto numero d'impulsi che sono riusciti a passare in 1 secondo.

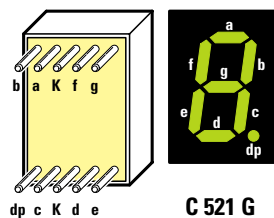
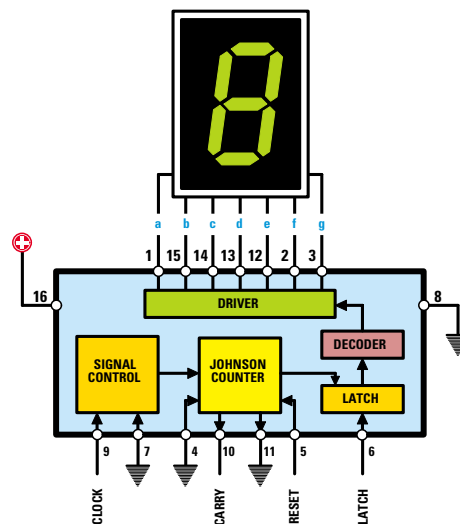



Fig.591 Qui sopra le connessioni del display C.521/G provvisto di segmenti di colore verde e di lato le connessioni dell'integrato 40110/B, che viene utilizzato per pilotare i display (vedi fig.592).

quenza applicata sul piedino d'ingresso **14** divisa **x10**, solo se il suo piedino **2** risulta forzato sul **livello logico 0**.
Nel nostro circuito è la resistenza **R11** a forzare questo piedino a **livello logico 0**.
Collegando questo piedino **2** alla tensione **positiva** dei **5 volt**, cioè al **livello logico 1**, l'integrato si **bloccherà** e dal piedino **11** non uscirà più nessun segnale.

Sarà il commutatore **S2/A** a portare il piedino **2** a **livello logico 0** oppure a **livello logico 1**.

S2/A (1° pos.) MHz - Poichè in questa posizione il piedino **2** di **IC2** si trova a **livello logico 0**, qualsiasi frequenza venga applicata sul piedino d'ingresso **14**, verrà prelevata dal piedino **11** divisa **x10**.
Quindi se sull'ingresso applicheremo una frequenza di **10 MHz**, dal piedino d'uscita **11** preleveremo una frequenza di **1 MHz**, che raggiungerà la porta **IC1/C** per poi uscire dalla porta **IC1/D** (vedi fig.587).

S2/A (2° pos.) KHz - Anche in questa posizione il piedino **2** di **IC2** risulta a **livello logico 0**, quindi qualsiasi frequenza applicheremo sul piedino **14** la preleveremo dal piedino **11** divisa **x10**.
Dal piedino d'uscita **11** la frequenza raggiungerà la porta **IC1/C**, per poi uscire dalla porta **IC1/D**.

S2/A (3° pos.) Hz - In questa posizione il commutatore **S2/A** collega il piedino **2** di **IC2** alla tensione positiva dei **5 volt**, quindi forzando questo piedino sul **livello logico 1**, viene **bloccato** il funzionamento dell'integrato e, di conseguenza, dal piedino **11** di **IC2** non uscirà nessuna frequenza.
La frequenza presente sull'uscita del **Nand IC1/A** passerà sul **Nand IC1/B** e poi sul **Nand IC1/D** per raggiungere la porta **Nor IC4/A** (vedi fig.590).

STADIO COUNTER-DECODER per DISPLAY

Per accendere i **5 display** presenti nel frequenzimetro occorrono **5** integrati **C/Mos** tipo **40110/B** che, come visibile in fig.591, contengono un **contatore**, un **decoder** e un **driver**.

Gli impulsi da conteggiare entrano nel piedino **9** di **clock** del primo **40110/B** siglato **IC12** (vedi fig.592).

Questo integrato provvede a visualizzare sul **display 5** tutti i numeri da **0** a **9** e quando dal numero **9** si passa al numero **0**, automaticamente dal piedino **10** di **carry** di **IC12** esce un impulso che, entrando nel piedino **9** del secondo **40110/B** siglato **IC11**, fa apparire sul **display 4** il numero **1**.

Questi due display consentono quindi di far apparire tutti i numeri da **00** a **99**.

Poichè nel frequenzimetro sono presenti **5 display**

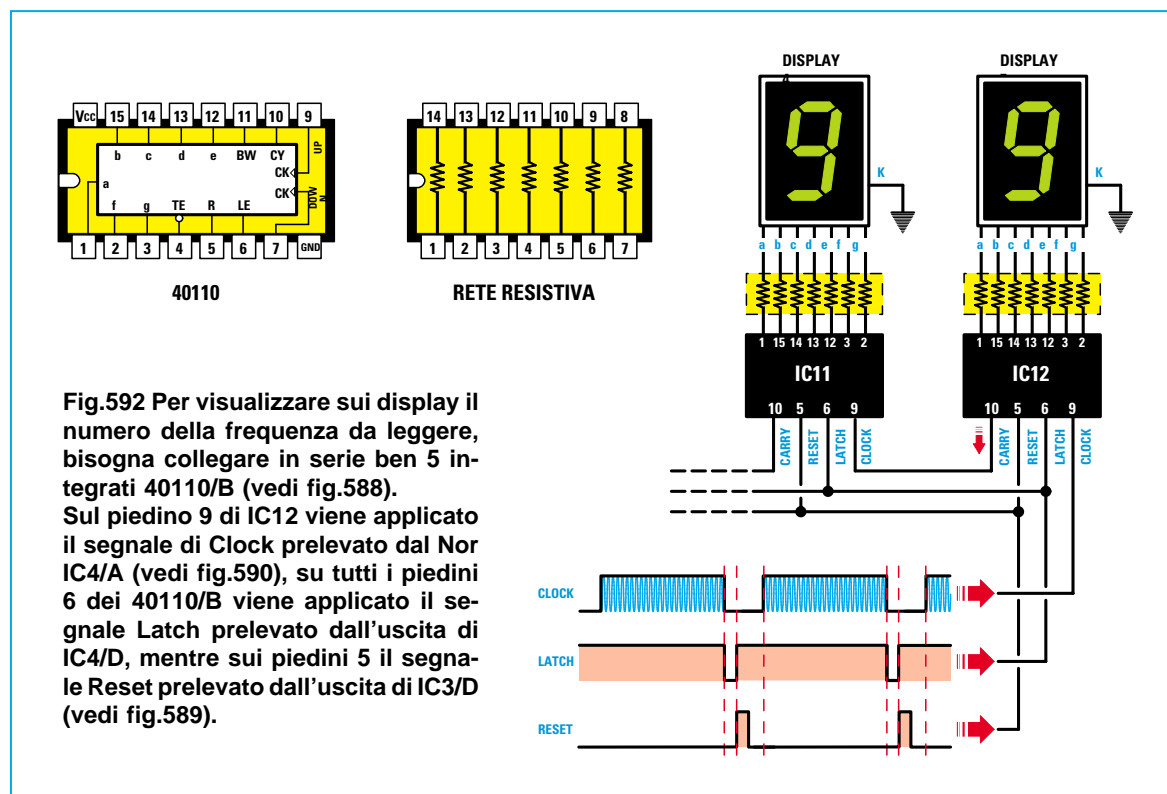



Fig.592 Per visualizzare sui display il numero della frequenza da leggere, bisogna collegare in serie ben 5 integrati 40110/B (vedi fig.588). Sul piedino 9 di IC12 viene applicato il segnale di Clock prelevato dal Nor IC4/A (vedi fig.590), su tutti i piedini 6 dei 40110/B viene applicato il segnale Latch prelevato dall'uscita di IC4/D, mentre sui piedini 5 il segnale Reset prelevato dall'uscita di IC3/D (vedi fig.589).

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

collegati in **serie**, questi permetteranno di visualizzare i seguenti numeri:

IC12 = da **0** a **9**
IC12+IC11 = da **0** a **99**
IC12+IC11+IC10 = da **0** a **999**
IC12+IC11+IC10+IC9 = da **0** a **9.999**
IC12+IC11+IC10+IC9+IC8 = da **0** a **99.999**

Se sull'ingresso del frequenzimetro **non** applicheremo nessun segnale, vedremo apparire **00000**.

Se nella prima portata dei **megahertz** sui display apparirà il numero **0.4750**, leggeremo **0,475 MHz** oppure **475 kilohertz**.
Se invece apparirà il numero **6.5500**, la frequenza sarà di **6 MHz** e **550 KHz** oppure di **6,55 MHz**.

Passando sulla seconda portata **kilohertz**, se sui display apparirà il numero **087.00** leggeremo **87 KHz**, mentre se apparirà il numero **005.00**, poichè i due **00** di sinistra non sono significativi leggeremo **5 KHz**.

Sull'ultima portata degli **Hertz**, se sul display apparirà il numero **82000** leggeremo **82.000 Hz**, mentre se apparirà il numero **00050**, togliendo i tre zero di sinistra, leggeremo **50 Hz**.

Quando avrete in mano questo frequenzimetro, vi basteranno pochi minuti per imparare a leggerlo correttamente.

I SEGNALI di LATCH e RESET

Gli **impulsi** di conteggio che il **Nor IC4/A** applica sul piedino d'ingresso **Clock** dell'integrato **IC12** non vengono visualizzati dai **display**, ma vengono "parcheggiati" all'interno di una **memoria Latch** per rimanervi fino a quando il **Nor IC4/D** invia sul piedino **6** un impulso **negativo**.

All'arrivo di questo impulso **negativo**, il **numero** che si trova "parcheggiato" nella **memoria Latch** viene istantaneamente trasferito ad un **decoder** interno, che lo trasmette al suo **driver** che lo visualizza sul **display** (vedi fig.592).

Il **numero** che appare sui display rimane **bloccato**, quindi, anche se nella **memoria Latch** viene inviato un nuovo conteggio, quest'ultimo non viene visualizzato.

Dopo aver trasferito sui display il conteggio presente nella **memoria Latch**, bisogna **resettare** il **contatore** (vedi **Johnson Counter**), inviando sul piedino **5** di **Reset** un impulso **positivo** che preleveremo direttamente dal **Nand IC3/D** (vedi fig.589).

Per creare questi impulsi di **Latch** e **Reset** che devono risultare perfettamente in **sincronismo** con la frequenza della **base** dei **tempi** prelevata dal commutatore **S2/B**, abbiamo utilizzato **4 porte** digitali che nello schema elettrico sono siglate **IC4/B-IC3/C-IC4/D** e **IC3/D** (vedi fig.589).
La quinta porta **IC4/C** serve per pilotare la **B**ase del transistor **TR2** affinchè questo provveda a far lampeggiare il diodo led **DL2** alla frequenza prescelta da **S2/B**, cioè a **8 Hz** o a **0,8 Hz**.

Le ultime due porte **Nand** siglate **IC3/A-IC3/B**, collegate in configurazione **flip-flop** (vedi fig.588) servono per accendere il diodo led **DL1** quando la **frequenza** misurata supera il massimo numero consentito dai **5 display**, cioè il numero **99999**.
Infatti, se arrivati al numero **99999** la frequenza dovesse aumentare di **1 unità** otterremo un numero di **6 cifre**:

99999 + 1 = 100000

poichè abbiamo a disposizione soltanto **5 display**, ovviamente **non** comparirà il numero **1** di sinistra, per cui qualcuno, vedendo apparire solo degli **00000**, potrebbe essere indotto a pensare che il frequenzimetro **non** stia leggendo nessuna frequenza.
Vedendo invece accendersi il diodo led **DL1** dell'**o-**

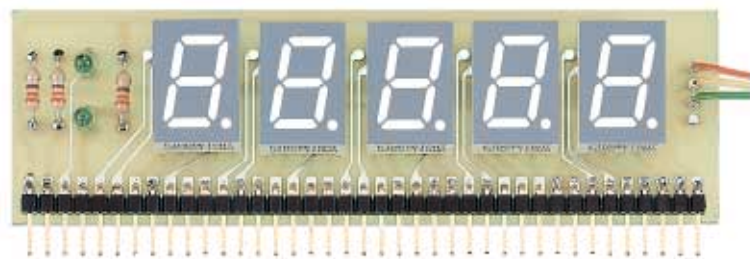



Fig.593 Quando fisserete i display sul circuito stampato dovrete rivolgere il loro punto decimale verso il basso.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

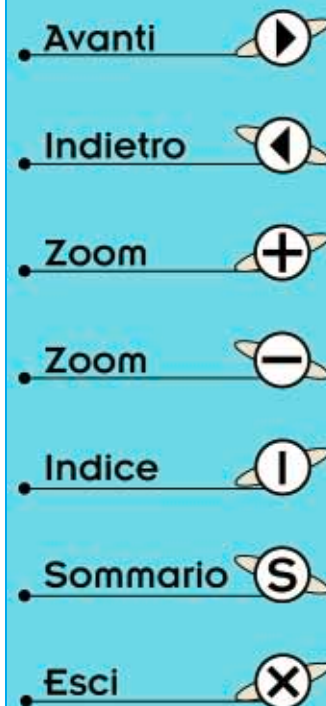
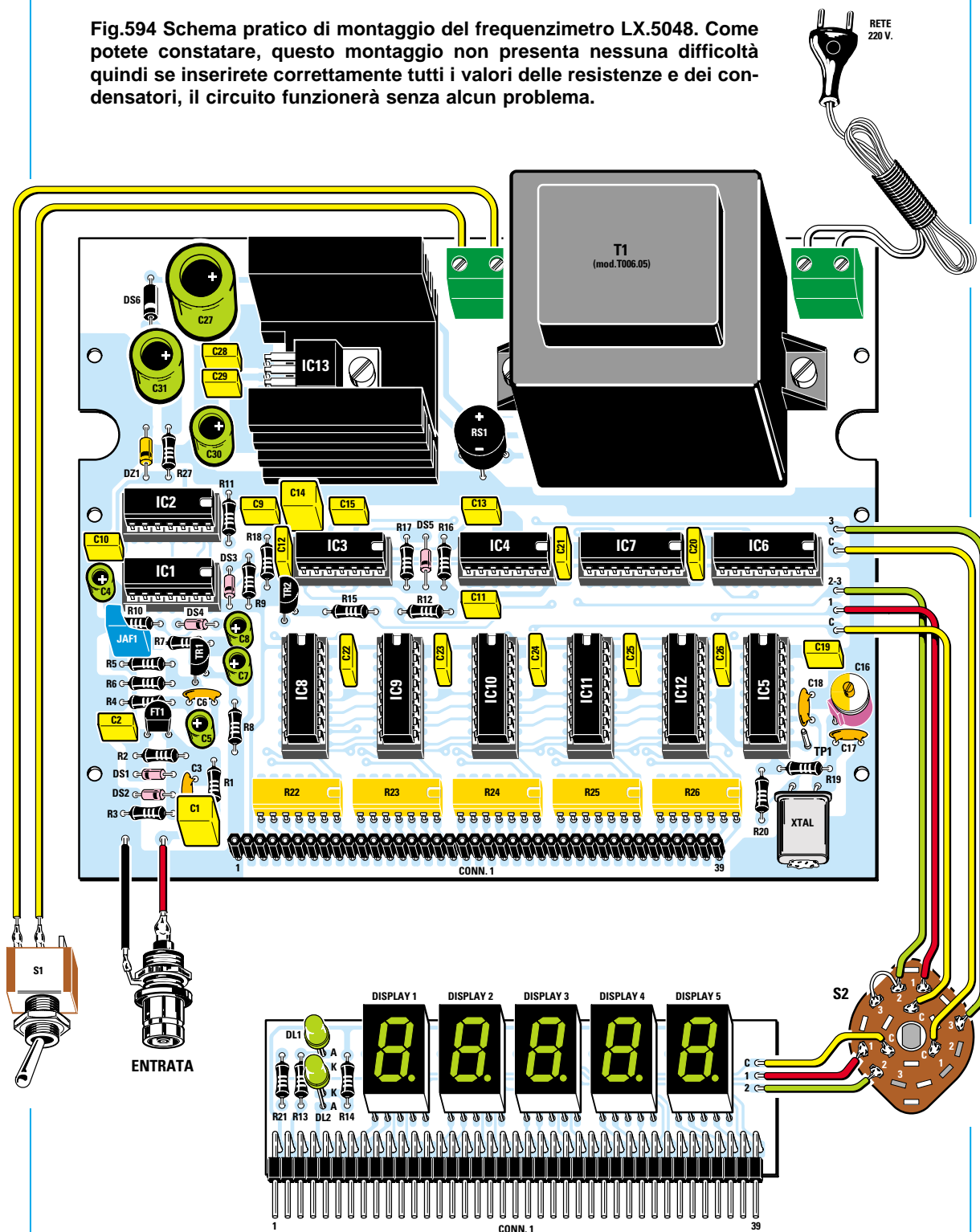



Fig.594 Schema pratico di montaggio del frequenzimetro LX.5048. Come potete constatare, questo montaggio non presenta nessuna difficoltà quindi se inserirete correttamente tutti i valori delle resistenze e dei condensatori, il circuito funzionerà senza alcun problema.

Il commutatore rotativo a 3 posizioni e 3 vie, siglato S2, serve per selezionare le 3 portate MHz-KHz-Hz e per accendere il punto decimale sui display (vedi fig.588).

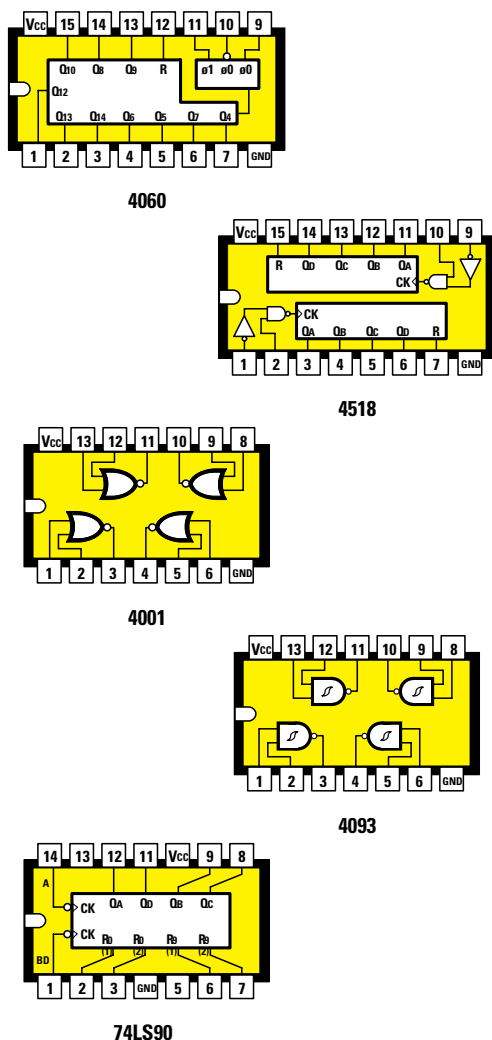



Fig.595 Connessioni degli integrati utilizzati in questo progetto viste da sopra e con la tacca di riferimento a U rivolta a sinistra. Le connessioni degli altri integrati sono riportate nelle figg. 582-584-592.

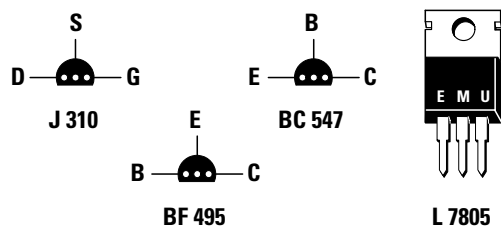



Fig.596 Connessioni dei transistor BC.547 e BF.495 e del fet J.310 viste da sotto e dell'integrato L.7805 viste di fronte.

ver range sapremo che il numero **99999** è stato superato.

Se, ad esempio, il frequenzimetro risulta commutato sulla portata **MHz** e sui display vediamo apparire il numero **0.0000** e, contemporaneamente, vediamo **accendersi** il diodo led **DL1** dell'**over range**, sapremo che davanti al numero **0.0000** vi è un **1** quindi la frequenza sarà di **10,**0000 **MHz**.

Se vediamo apparire il numero **2.3000** assieme al diodo led **DL1** dell'**over range**, sapremo che la frequenza sarà di **12,**3000 **MHz**.

Quanto detto per la portata dei **MHz** vale anche per la portata dei **KHz** e degli **Hz**.

STADIO di ALIMENTAZIONE

Per alimentare questo frequenzimetro occorre un trasformatore (vedi **T1**) provvisto di due secondari, uno da **15 volt** ed uno da **8 volt**.
La tensione alternata dei **15 volt**, una volta raddrizzata dal diodo al silicio **DS5**, viene stabilizzata sul valore di **12 volt** dal diodo zener siglato **DZ1**.
Come potete notare, questa tensione viene utilizzata soltanto per alimentare lo stadio d'ingresso composto dal fet **FT1** e dal transistor **TR1**.
La tensione alternata degli **8 volt**, una volta raddrizzata dal ponte raddrizzatore **RS1**, viene stabilizzata sul valore di **5 volt** dall'integrato **IC13**.
Questa tensione la utilizziamo per alimentare tutti gli integrati e i display presenti nel frequenzimetro.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo frequenzimetro occorrono due circuiti stampati, quello che abbiamo siglato **LX.5048** ci serve per ricevere tutti i componenti visibili in fig.594 e quello siglato **LX.5048/B** ci serve per ricevere i soli display.

Prima di iniziare il montaggio, vogliamo ricordarvi che per far funzionare un **qualsiasi** circuito elettronico è indispensabile eseguire delle saldature **perfette** usando dello stagno di **ottima** qualità.

Quindi per il montaggio cercate di scegliere dello stagno **60/40** (lega con **60%** di **stagno** e **40%** di **piombo**) possibilmente del diametro di **1 mm**, perchè le leghe con meno stagno e più piombo presentano nella loro anima un **disossidante** che lascia sul circuito stampato una **patina conduttrice** che può assumere anche un valore di soli **100 kiloohm**.

Comprenderete che, inserendo tra due piste in rame o tra due piedini di un integrato o di un transi-

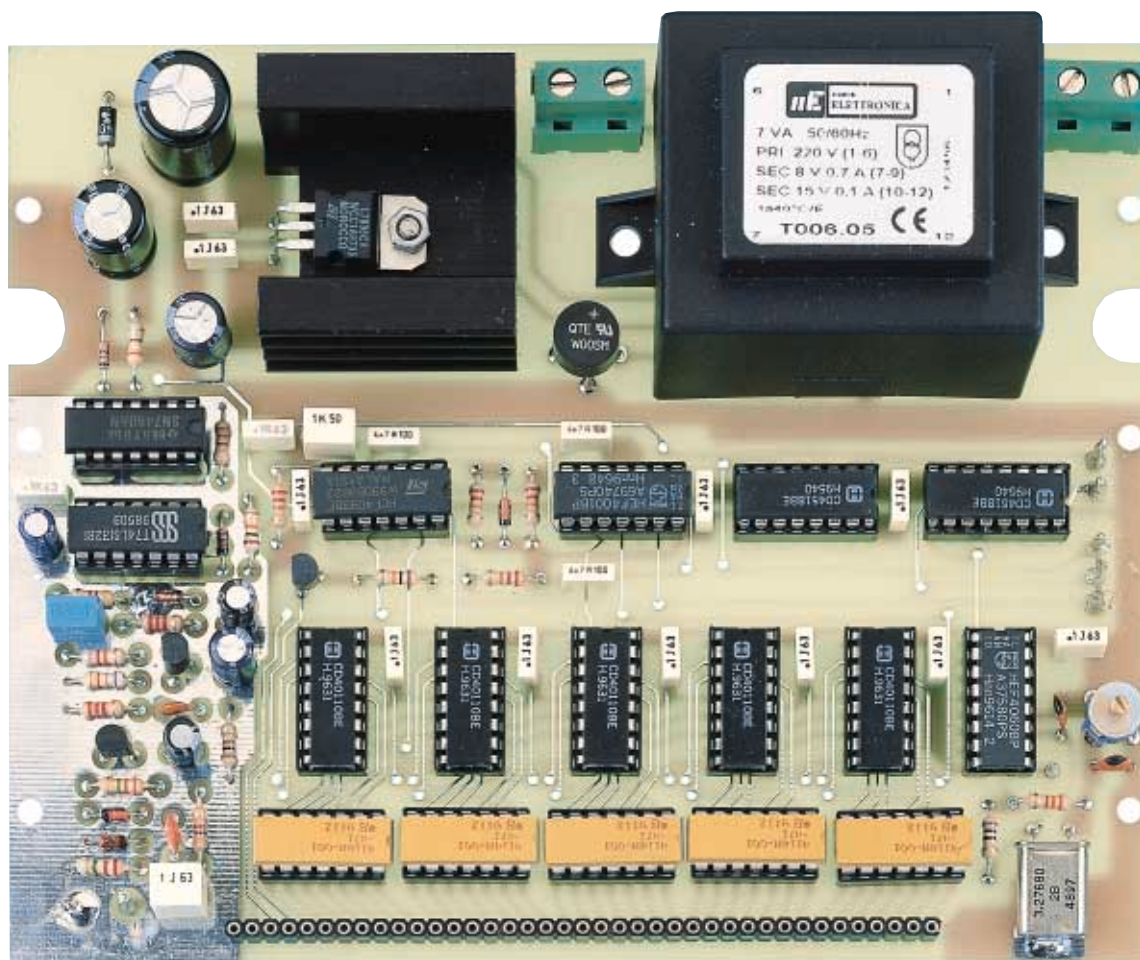



Fig.597 In questa foto potete vedere la scheda base siglata LX.5048 con sopra già montati tutti i suoi componenti. La foto della scheda display siglata LX.5048/B è riprodotta in fig.593. Facciamo presente che le foto riproducono i circuiti stampati sprovvisti del disegno serigrafico dei componenti e delle relative sigle, che invece risultano presenti in tutti i circuiti stampati che forniamo insieme al kit.

stor tante resistenze da **100 kiloohm**, difficilmente un circuito potrà funzionare.

Circa il **90%** dei nostri interventi sui circuiti che ci inviate in riparazione consistono nel rifare tutte le saldature con stagno **60/40**, sfregando energicamente sullo stampato uno spazzolino da denti imbevuto di **solvente** alla **nitro** in modo da eliminare tutti i residui di **disossidante conduttore**.

Il **solvente** per **vernici nitro** che consigliamo di usare è il solo idoneo a sciogliere questo **disossidante**, mentre sono da evitare alcool-trielina-acetone-benzina, ecc.

Detto questo, prendete il primo circuito stampato **LX.5048** e montate come primo componente il **connettore femmina** a **39 pin** (vedi **CONN.1**).
Poichè non esiste un connettore con **39 pin**, nel kit ne abbiamo inserito uno da **15** ed uno da **24 pin**.

Dopo aver saldato i **39 terminali** sulle piste del circuito stampato, potete inserire gli **zoccoli** degli **integrati**: a questo proposito vi ricordiamo che nelle posizioni indicate **IC1-IC2-IC3-IC4** vanno innestati gli zoccoli con **14 pin**, mentre nelle altre posizioni gli zoccoli con **16 pin**.

Poichè bisogna eseguire ben **490 saldature**, se a

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

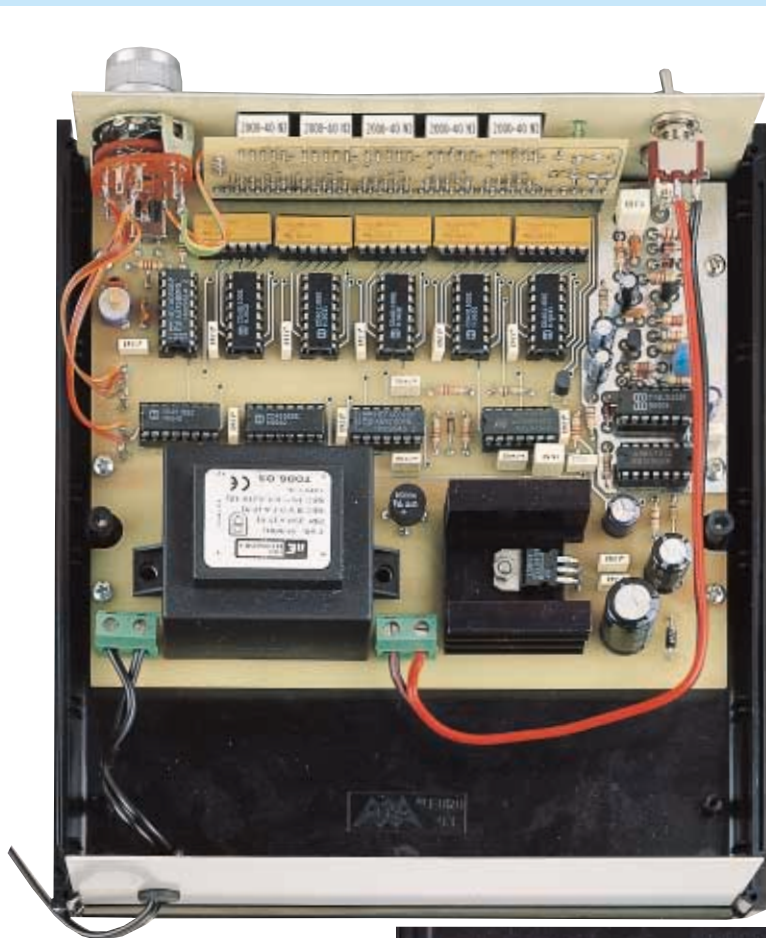



Fig.598 Mobile aperto visto da dietro. In alto, vicino al pannello frontale, potete vedere la scheda dei display di fig.593 già innestata nel circuito stampato base.

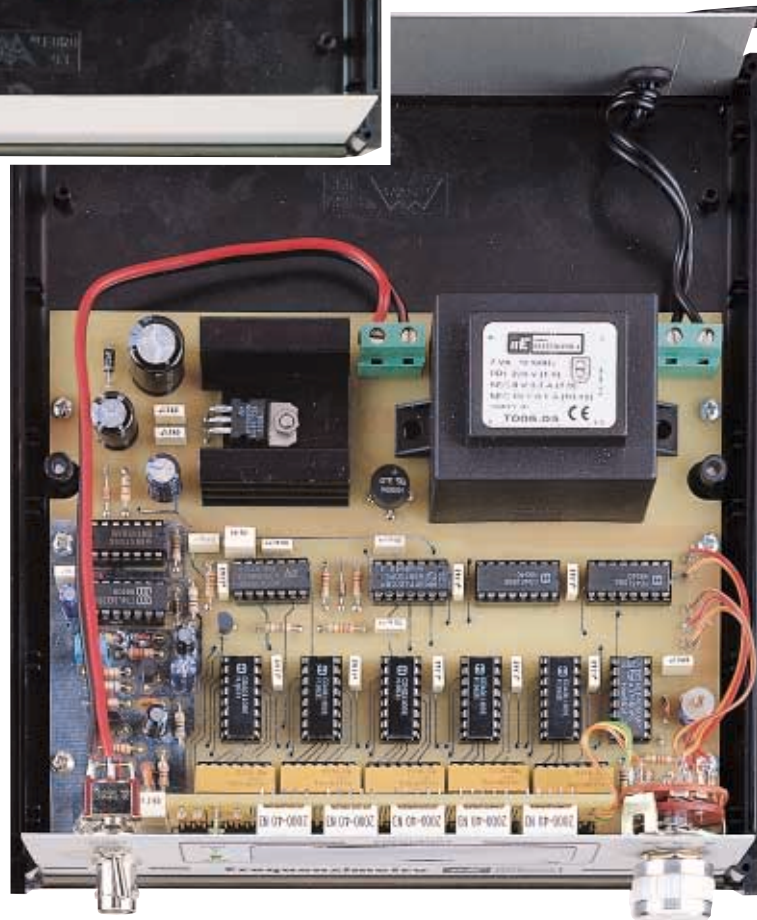



Fig.599 Mobile aperto visto frontalmente. Per l’ingresso del segnale abbiamo usato un connettore BNC, che potete anche sostituire con un connettore per TV.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

metà lavoro la vostra vista si è affaticata, andate a prendervi un buon caffè e poi completate le rimanenti al ritorno.

Al termine, consigliamo di **controllarle** tutte, ad una ad una, usando una **lente** per filatelici e non meravigliatevi se troverete un terminale **non saldato**, oppure una **grossa goccia** di stagno che ne ha **cortocircuitato** due adiacenti.

Vicino al **CONN.1** dovete inserire le reti resistive a forma di integrato siglate **R22-R23-R24-R25-R26**: in questo caso **non** è necessario rispettare la loro tacca di riferimento, perchè le resistenze interne sono inserite in **linea** tra le due file dei terminali come visibile in fig.592.

Completata questa operazione, inserite anche le altre **resistenze** e poi i **diodi** al **silicio** con corpo in vetro, orientando il lato del loro corpo contornato da una **fascia nera** come evidenziato nello schema pratico di fig.594.
Nel caso del diodo **DS6** con corpo plastico, posto vicino al condensatore elettrolitico **C27**, dovete rivolgere verso il basso la sua **fascia bianca**.

Dopo i diodi, potete inserire tutti i condensatori **poliestere**, poi i condensatori **ceramici C3-C6-C17-C18**, il **compensatore C16** e vicino alla resistenza **R19** il **quarzo** da **3,2768 MHz**.

Per ultimo inserite i condensatori **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro terminali.

Ora prendete il fet plastico **J310** ed inseritelo nei 3 fori siglati **FT1** rivolgendo verso il basso il **lato piatto** del suo corpo, dopodichè prendete il transistor **BF.495** ed inseritelo nei 3 fori siglati **TR1** rivolgendone verso sinistra il suo lato piatto, quindi inserite, in prossimità dell'integrato **IC3**, il transistor **BC.547** siglato **TR2**.

Sulla sinistra del trasformatore **T1** trova posto l'integrato stabilizzatore **7805** (vedi **IC13**), ma prima di inserirlo lo dovete fissare sulla sua aletta di raffreddamento rivolgendo il suo corpo **metallico** verso l'aletta.

Completate tutte le operazioni sopra descritte, potete inserire negli **zoccoli** tutti gli **integrati** orientando la loro tacca di riferimento come appare evidenziato in fig.594.

Vi consigliamo di controllare se **tutti** i piedini degli integrati risultano innestati nei clips dello zoccolo, perchè se un solo piedino si ripiega verso l'interno o verso l'esterno dello zoccolo, il circuito non potrà mai funzionare.

Per completare questo frequenzimetro non rimane che inserire nel circuito stampato **LX.5048/B** il **connettore maschio** a **39 pin** (vedi **CONN.1** in fig.594 in basso) e poichè anche per questo non esiste un connettore con **39 pin**, nel kit ne troverete due uno da **15** ed uno da **24 pin**.
Dopo aver saldato i **39 terminali** sulle piste in rame del circuito stampato, cercando di non fare dei **cortocircuiti**, potete inserire i **5 display** con segmenti di colore **verde**.
Come potete vedere nelle figg.593-594, il **punto decimale** posto sulla destra del numero **8** va rivolto in basso, cioè verso il **CONN.1**.

Infine, potete saldare sullo stampato i due diodi led **DL1** e **DL2**, posizionando verso il basso il loro terminale più lungo (vedi lettera **A**).

MONTAGGIO nel MOBILE

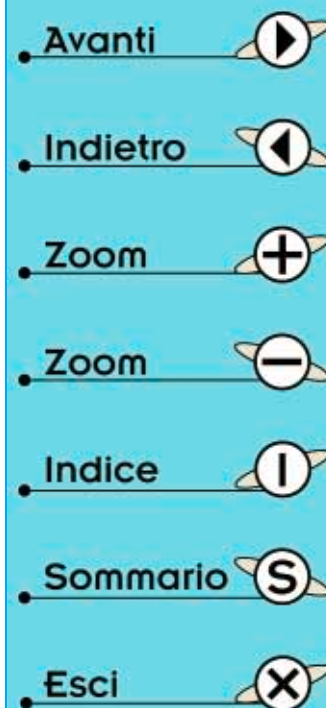
Per questo frequenzimetro abbiamo previsto un mobile plastico di colore nero (vedi fig.576), completo di una mascherina frontale in alluminio ossidato già forata e serigrafata.

Una volta aperto il mobile, fissate sul piano base il circuito stampato **LX.5048** utilizzando le sei viti autofilettanti che troverete nel kit (vedi fig.598).
Completata questa operazione, prendete il circuito stampato **LX.5048/B** e vicino ai tre fori posti sulla destra del **display 5** saldate **3 spezzoni** di filo flessibile (vedi fili **C-1-2**) saldandoli poi sul commutatore rotativo **S2**.

A questo punto innestate i **39 terminali** del connettore **maschio** presenti nel circuito dei display, nei **39 fori** del connettore **femmina** presenti nel circuito stampato.

Proseguendo nel montaggio, prendete il pannello frontale e nel foro di destra fissate il **commutatore** rotativo **S2** e nel foro in basso a sinistra il **connettore BNC** che vi servirà per entrare con il segnale da misurare.

Ora saldate le estremità dei **3 spezzoni** di filo che partono dai **display 5** sui terminali del commutatore **S2**.
Il filo **C** va saldato sul terminale **centrale**, il filo **1** sul terminale contrassegnato **1** e logicamente il filo **2** sul terminale contrassegnato **2**.

Questi **numeri** che abbiamo riportato nello schema pratico non li troverete sul corpo del commutatore, quindi cercate di non sbagliarvi, diversamente non vedrete accendersi i **punti** decimali sul display.
Gli altri **5 fili** che partono dai terminali presenti in corrispondenza del lato destro dell'integrato **IC6**

(vedi fig.594), vanno saldati sugli altri **2 settori** del commutatore **S2**.

Guardando con attenzione il disegno dello schema pratico di fig.594, tutti riusciranno a saldare questi **5 fili** sui terminali di questo commutatore senza commettere alcun errore.

Dopo aver inserito il pannello frontale nel mobile, saldate con due corti spezzoni di filo di rame nudo i terminali del **BNC** sul circuito stampato.

Nel foro presente sul pannello, sopra al **BNC**, fissate il deviatore a levetta **S1** e sui suoi terminali i due fili che partono dalla **morsettiera** posta sulla **sinistra** del trasformatore **T1**.
Nella **morsettiera** posta sulla destra del trasformatore **T1** inserite il cordone di alimentazione di rete dei **220 volt**.

Prima di chiudere il mobile plastico sarebbe necessario **tarare** il compensatore **C16**, ma per parlare di questo componente dobbiamo aprire un paragrafo a parte.

TARATURA compensatore C16

Per tarare il compensatore **C16** ci vorrebbe una frequenza **campione** prelevata da un oscillatore quarzato e a tale scopo potremmo consigliarvi di utilizzare il kit **LX.5038** che abbiamo presentato nella **Lezione N.25**.

Leggendo questa Lezione apprenderete che, scegliendo con il ponticello **J1** il quarzo da **8,8672 MHz** e con il ponticello **J2** la bobina **L1** da **10 microhenry**, otterrete in uscita una frequenza di **8,867 MHz**, che potrete applicare sul **BNC** d'ingresso del frequenzimetro.
Dopo aver ruotato il compensatore **C3** presente sul circuito dello stadio oscillatore **LX.5038** in modo da far oscillare il quarzo, procedete come segue:

1 - Collegate l'uscita dell'oscillatore **LX.5038** al **BNC** d'ingresso del frequenzimetro, non dimenticando di collegare lo **schermo** del cavetto coassiale alla **massa** del circuito stampato dello stadio oscillatore **LX.5038**.

2 - Ruotate la manopola **Range** del frequenzimetro sulla portata **MHz**.

3 - Non appena alimenterete lo stadio oscillatore **LX.5038**, sul **display** del frequenzimetro dovrebbe apparire il numero **8.8672**, ma difficilmente questo avverrà, quindi non meravigliatevi se vedrete invece apparire **8.8680** oppure **8.8655**.

4 - Con un cacciavite plastico ruotate lentamente il perno del compensatore **C16** fino a quando non vedrete apparire sui display l'esatto numero **8,8672**.

5 - Non preoccupatevi se l'ultimo numero di destra **non rimane stabile**, cioè passa da **2** a **3** oppure da **2** a **0**, perchè in tutte le apparecchiature digitali l'ultimo display di destra non è mai stabile.

6 - Se volete fare una taratura più precisa, ruotate la manopola **Range** sulla portata **KHz** e subito vedrete accendersi il diodo led **DL1** dell'**over range** ed apparire sui display il numero **867.20**.
Se il **numero** dopo il **punto** non fosse **20** ma fosse, ad esempio, **24** dovreste ruotare il perno del compensatore **C16** fino a farlo diventare **23-22-20**.

Nota: chi **non** avesse a disposizione una **frequenza** campione per tarare il compensatore **C16** potrebbe anche usarlo **starato**, ma sappia in questo caso che la **frequenza** che leggerà sui display avrà sempre una **tolleranza** in **+/–** che si aggira intorno a **0,05%**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Frequenzimetro Analogico **LX.5047**, compresi il circuito stampato, il mobile e le manopole come visibile nelle figg.566 e 571
Lire 65.000 Euro 33,57

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Frequenzimetro Digitale **LX.5048** visibili in fig.594, compresi i due circuiti stampati, il commutatore rotativo, il cordone di alimentazione, il mobile plastico con già inclusa la mascherina frontale forata e serigrafata (vedi fig.576)
Lire 165.000 Euro 85,22

Nota: a richiesta possiamo fornire anche i soli circuiti stampati ai seguenti prezzi:

Circuito stampato **LX.5047** visibile in fig.566
Lire 9.000 Euro 4,65

Circuito stampato **LX.5048** visibile in fig.594
Lire 20.500 Euro 10,59

Circuito stampato **LX.5048/B** visibile in fig.593
Lire 4.500 Euro 2,33

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**. Coloro che richiederanno il kit in **contrassegno**, pagheranno in più **L.7.000 Euro** pari a **Euro 3,62**, perchè questa è la cifra media che le Poste italiane esigono per la consegna di un pacco in contrassegno.

INDICE DEI KIT

INDICE ANALITICO

A

B

C

D

F

G

I

M

N

O

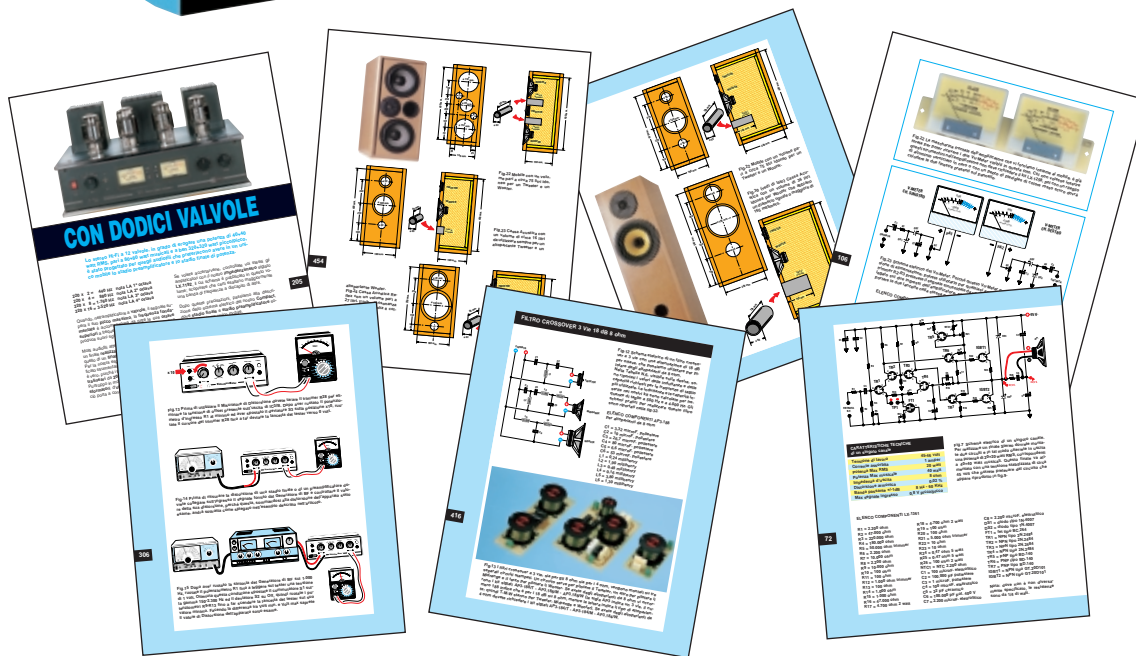
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

dopo il 1° ecco il 2°

Se nel 1° Volume avete trovato una completa trattazione sull'Hi-Fi e molti schemi di stadi preamplificatori, in questo 2° Volume troverete un'infinità di stadi FINALI di potenza, tutti testati e collaudati, che utilizzano Transistor - Valvole termoioniche - Mospower e IGBT. Inoltre troverete i disegni per realizzare delle Casse Acustiche e in più vi verrà spiegato come tararle per ottenere il massimo rendimento.

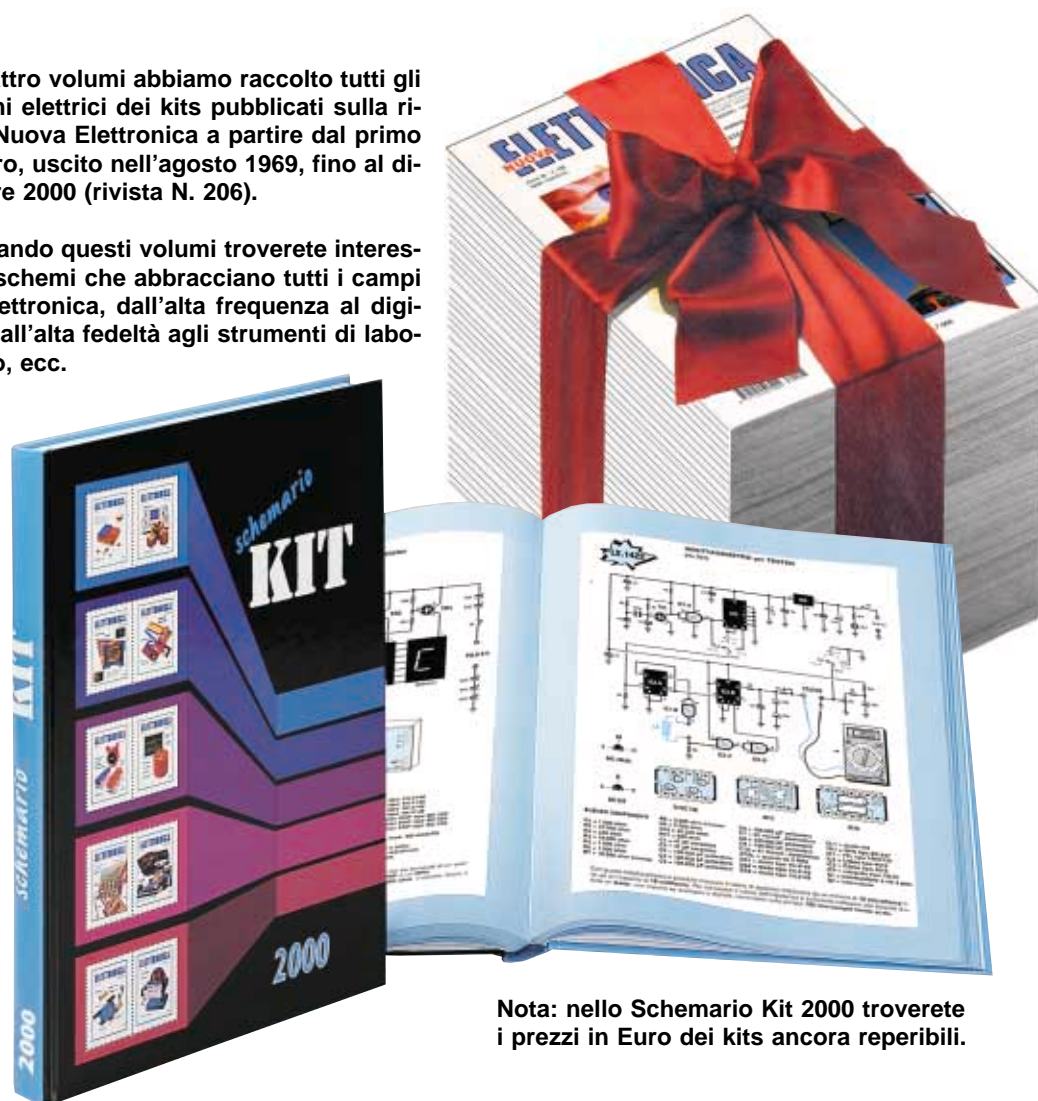
Costo del 1° VOLUME
Euro 20,66 (pari a L.40.000)

Costo del 2° VOLUME
Euro 20,66 (pari a L.40.000)

Per richiedere questi volumi potete inviare un vaglia, un assegno o il CCP allegato a fine rivista a:
NUOVA ELETTRONICA
via Cracovia, 19 40139 BOLOGNA
richiedendoli in contrassegno dovrete pagare un supplemento di L.7.000 Euro 3,62.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

più di 1.500 SCHEMI in 4 VOLUMI

In quattro volumi abbiamo raccolto tutti gli schemi elettrici dei kits pubblicati sulla rivista Nuova Elettronica a partire dal primo numero, uscito nell'agosto 1969, fino al dicembre 2000 (rivista N. 206).

Sfogliando questi volumi troverete interessanti schemi che abbracciano tutti i campi dell'elettronica, dall'alta frequenza al digitale, dall'alta fedeltà agli strumenti di laboratorio, ecc.

Nota: nello Schemario Kit 2000 troverete i prezzi in Euro dei kits ancora reperibili.

SCHEMARIO KIT 1990 Costo Euro 12,91 (pari a L.25.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.26 al kit LX.937

SCHEMARIO KIT 1993 Costo Euro 7,75 (pari a L.15.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.929 al kit LX.1120

SCHEMARIO KIT 1997 Costo Euro 7,75 (pari a L.15.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.1117 al kit LX.1323

SCHEMARIO KIT 2000 Costo Euro 7,75 (pari a L.15.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.1318 al kit LX.1475

Per richiedere questi volumi potete inviare un vaglia, un assegno o il CCP allegato a fine rivista a:

NUOVA ELETTRONICA via Cracovia, 19 40139 BOLOGNA

richiedendolo in contrassegno dovete pagare un supplemento di L.7.000 Euro 3,62.

I VOLUMI DELLA NOSTRA RACCOLTA SONO DEDICATI A TUTTI GLI HOBBISTI E TECNICI CHE DESIDERANO ARRICCHIRE LA PROPRIA BIBLIOTECA

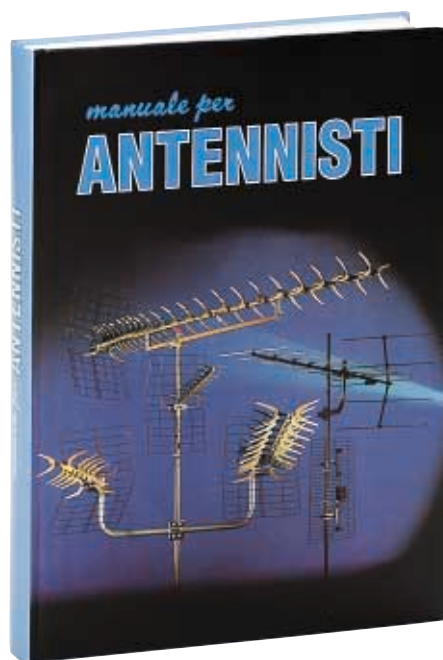
Esci

tutte le riviste dalla n.1 alla n.133

OGNI VOLUME, DI CIRCA 500 PAGINE, È COMPLETO DI COPERTINA BROSSURATA E PLASTIFICATA

Volume 1	riviste dal n. 1 al n. 6	**Volume 13**	riviste dal n. 71 al n. 74
Volume 2	riviste dal n. 7 al n. 12	**Volume 14**	riviste dal n. 75 al n. 78
Volume 3	riviste dal n. 13 al n. 18	**Volume 15**	riviste dal n. 79 al n. 83
Volume 4	riviste dal n. 19 al n. 24	**Volume 16**	riviste dal n. 84 al n. 89
Volume 5	riviste dal n. 25 al n. 30	**Volume 17**	riviste dal n. 90 al n. 94
Volume 6	riviste dal n. 31 al n. 36	**Volume 18**	riviste dal n. 95 al n. 98
Volume 7	riviste dal n. 37 al n. 43	**Volume 19**	riviste dal n. 99 al n. 103
Volume 8	riviste dal n. 44 al n. 48	**Volume 20**	riviste dal n. 104 al n. 109
Volume 9	riviste dal n. 49 al n. 55	**Volume 21**	riviste dal n. 110 al n. 115
Volume 10	riviste dal n. 56 al n. 62	**Volume 22**	riviste dal n. 116 al n. 120
Volume 11	riviste dal n. 63 al n. 66	**Volume 23**	riviste dal n. 121 al n. 126
Volume 12	riviste dal n. 67 al n. 70	**Volume 24**	riviste dal n. 127 al n. 133

Prezzo di ciascun volume L. 24.000 Euro 12,39

Per richiederli inviare un vaglia o un CCP per l'importo indicato a:
NUOVA ELETTRONICA, Via Cracovia 19 - 40139 Bologna

Manuale per ANTENNISTI

Se vuoi diventare un esperto antennista TV ti serve questo volume. All'interno troverai centinaia di schemi e utili informazioni per realizzare dei perfetti impianti TV e nel capitolo dedicato alla TV via Satellite troverai anche delle utili TABELLE con l'indicazione dei gradi di Elevazione e di Azimut da utilizzare per centrare qualsiasi satellite da qualunque città.

Costo del volume L.25.000 (Euro 12,91)

LE ANTENNE riceventi e trasmittenti

In questo volume troverete un'approfondita e chiara trattazione teorica e pratica sulle antenne riceventi e trasmittenti che costituirà una valida guida per i giovani CB e i Radioamatori; consultandola si troveranno tutti i dati per realizzare qualsiasi tipo di antenna ed in più si scoprirà come procedere per ottenere il massimo rendimento.

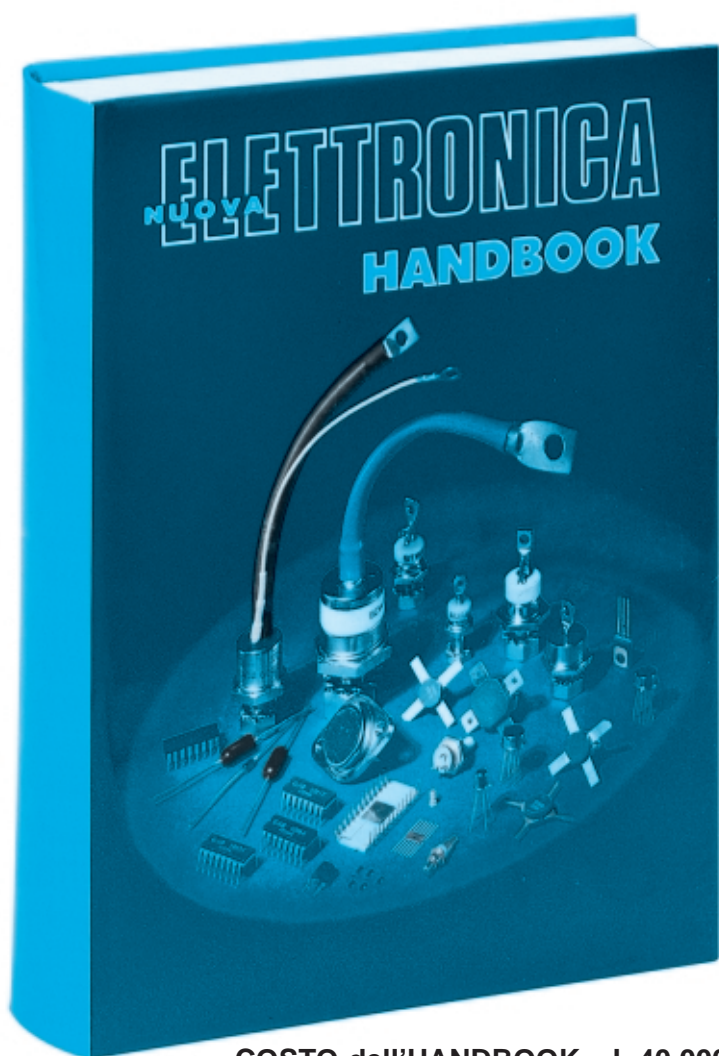
Costo del volume L.35.000 (Euro 18,08)

Per ordinare questi volumi potete inviare un **vaglia postale** per l'importo richiesto a:

rivista NUOVA ELETTRONICA via Cracovia N.19 40139 BOLOGNA

Se preferite potete richiederli anche in **contrassegno** telefonando nelle ore di ufficio al numero **051-46.11.09**. Rendiamo noto che **24 ore** su **24**, compresi i giorni **festivi**, è in funzione al numero **0542-64.14.90** una **segreteria telefonica** alla quale potete dettare il vostro ordine non dimenticando di indicare **nome - cognome - via - numero** e **città**.
Se avete un **fax** potete inviare l'ordine al numero **0542-64.19.19** e se siete un utente di **Internet** potete ordinare direttamente al nostro sito **httpt:\\www.nuova elettronica.it**.

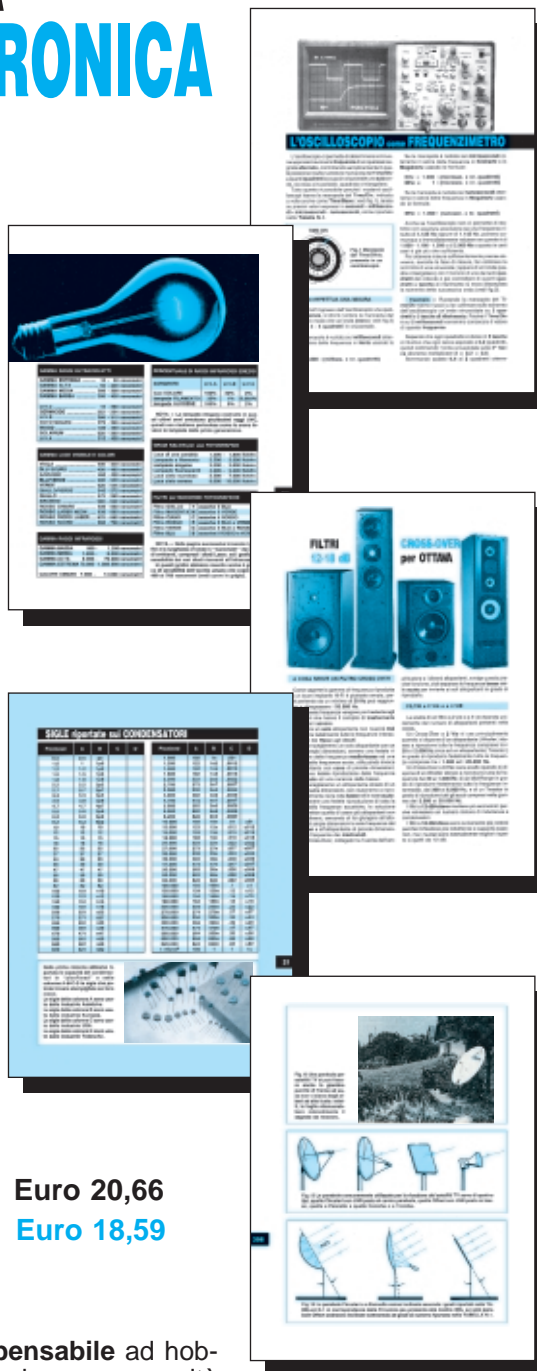
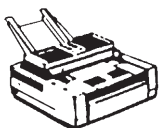
Nota: per il servizio in **contrassegno** dovete pagare un supplemento di **L.7.000 Euro 3,62**

UNA COMPLETA GUIDA di ELETTRONICA

COSTO dell'HANDBOOK L.40.000 Euro 20,66

COSTO per ABBONATI L.36.000 Euro 18,59

Un originale e **completo volume** di elettronica, **indispensabile** ad hobbisti, radioamatori, tecnici progettisti e a tutti coloro che hanno necessità di trovare subito schemi, formule ed informazioni tecniche complete, senza perdere tempo in lunghe e complicate ricerche. L'esauriente spiegazione di ogni argomento vi consentirà di apprendere senza difficoltà tutto ciò che occorre sapere per diventare un esperto tecnico elettronico.

Per ricevere l'utilissimo **HANDBOOK di ELETTRONICA** potrete utilizzare un assegno oppure il CCP allegato a fine rivista. Se ordinerete il manuale con pagamento in **contrassegno**, dovrete pagare un supplemento di **L.7.000 Euro 3,62**.

NUOVA ELETTRONICA via CRACOVIA N.19 40139 BOLOGNA

Nota = Per **informazioni** relative alle spedizioni, prezzi o disponibilità di kits, ecc., potete telefonare tutti i giorni **escluso** il sabato dalle ore **10** alle **12** al numero **0542- 641490**.

Non facciamo **consulenza tecnica**.
Per questo servizio dovete rivolgervi alla rivista **Nuova ELETTRONICA**, tutti i giorni **escluso** il sabato dalle ore **17,30** alle **19,00**.

HELTRON via dell'INDUSTRIA n.4 - 40026 IMOLA (Bologna)
Distributore Nazionale e per l'ESTERO di Nuova Elettronica

Se nella vostra città non sono presenti Concessionari di Nuova Elettronica e quindi non riuscite a procurarvi i nostri kits, potrete telefonare tutti i giorni, compresi Sabato, Domenica, i giorni festivi ed anche di notte, a **qualsiasi ora** e la nostra segreteria telefonica provvederà a memorizzare il vostro ordine.

Se il servizio postale sarà efficiente, nel giro di pochi giorni il pacco vi verrà recapitato direttamente a casa dal postino, con il supplemento delle sole spese postali.

Effettuare un ordine è molto semplice:

Prima di comporre il numero annotate su un foglio di carta tutto ciò che dovete ordinare, cioè la sigla del kit, del circuito stampato, il tipo di integrato o qualsiasi altro tipo di componente e la quantità.
Dopo aver composto il numero telefonico, udrete tre squilli ed il seguente testo registrato su nastro:

*"Servizio celere per la spedizione di kit e componenti elettronici. Dettate il vostro **completo** indirizzo e il vostro **numero telefonico** per potervi chiamare nel caso il messaggio non risultasse comprensibile. Iniziate a parlare dopo il trillo acustico che tra poco ascolterete. Dopo questo trillo avete a disposizione 3 minuti per il vostro messaggio."*

Se avete già effettuato degli ordini, nella **distinta** presente all'interno di ogni pacco troverete il vostro **Codice Cliente** composto da **due lettere** ed un numero di **cinque cifre**.

Questo numero di Codice è il vostro **numero personale** memorizzato nel computer. Quando ci inoltrerete un ordine, sarà sufficiente che indichiate il vostro **cognome** ed il vostro **codice personale**.

Così il computer individuerà automaticamente la vostra via, il numero civico, la città ed il relativo CAP.

Non dimenticate di indicare oltre al **cognome** le **due lettere** che precedono il numero. Se menzionate solo quest'ultimo, ad esempio **10991**, poiché vi sono tanti altri lettori contraddistinti da tale numero, il computer non potrà individuarvi.

Precisando **AO10991**, il computer ricercherà il lettore **10991** della provincia di **Aosta**, precisando invece **MT10991**, il computer ricercherà il lettore **10991** della provincia di **Matera**.

Se siete abbonati il computer provvederà automaticamente a inserire lo sconto riservato a tutti gli abbonati alla rivista **Nuova Elettronica**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Tutta l'elettronica in due CD-Rom

Costo di ogni CD-Rom
Lire 20.000 Euro 10,33

Configurazione minima
Processore Pentium 90
Ram 16 Megabyte
Scheda video Super VGA
Display 800x600 (16 bit)
Lettore Cd-Rom 8x
Windows95 o superiore

Per rimanere al passo con le nuove tecnologie e per soddisfare le richieste di alcuni Professori che insegnano negli Istituti Tecnici e che desiderano utilizzare il computer nelle loro aule scolastiche, vi presentiamo le lezioni del nostro corso Imparare l'elettronica partendo da zero in due CD-Rom che potete richiedere a:

NUOVA ELETTRONICA via Cracovia, 19 40139 Bologna ITALY

telefono **051/46.11.09** fax **051/45.03.87**

o, se preferite, tramite Internet al nostro sito: **www.nuovaelettronica.it**

Potete anche inviare un ordine tramite fax al numero **0542/64.19.19** o telefonando alla segreteria della **HELTRON** numero **0542/64.14.90**, in funzione 24 ore su 24 compresi i giorni festivi.

Nota: richiedendoli in contrassegno dovete pagare un supplemento di L.7.000 Euro 3,62.